

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Θέμα: “ Διεθνή περιβαλλοντικά προβλήματα ·
σκέψεις και προτάσεις επίλυσης”**



Επιβλέπων καθηγητής: κ. Χάλκος Γεώργιος

Υπεύθυνη εργασίας: Κουμούτση Αικατερίνη – Αναστασία

ΒΟΛΟΣ
Σεπτέμβριος 2006



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 4918/1
Ημερ. Εισ.: 15-09-2006
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΟΕ
2006
ΚΟΥ

“Isengard began to fill up with black creeping streams and pools. Great white streams hissed up. Smoke rose in billows. There were explosions and gusts of fire. And still more water poured in, until Isengard looked like a huge flat saucepan, all steaming and bubbling.”

J. R. R. Tolkien p.595 Lord of the Rings (1969)

«Αυτόν τον κόσμο δεν τον κληρονομήσαμε από τους προγόνους μας, αλλά τον έχουμε δανειστεί από τα παιδιά μας.»

Chief Seattle, αρχηγός των ινδιάνικων φυλών
των Duwamish και Suquamish

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

→ ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	σελ. 1
→ ABSTRACT	σελ. 3
→ ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 5
→ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Περιβαλλοντικά προβλήματα και μέτρα ελέγχου	
<u>A. Φαινόμενο θερμοκηπίου</u>	
i) Ορισμός	σελ. 7
ii) Η παγκόσμια θέρμανση των τελευταίων ετών και τα αίτιά της..	σελ. 7
iii) Συνέπειες της παγκόσμιας θέρμανσης.....	σελ.10
iv) Ποιες οικονομίες επηρεάζονται περισσότερο	σελ.12
v) Χρησιμοποιούμενες πολιτικές	σελ.13
vi) Οι επιδόσεις των χωρών της G8 σχετικά με τη μείωση των εκπομπών σύμφωνα με έκθεση του WWF	σελ.15
<u>B. Όξινη βροχή</u>	
i) Ορισμός.....	σελ.17
ii) Τα αίτια	σελ.17
iii) Οι μορφές απόθεσης	σελ.18
iv) Η διαδικασία εξέλιξης	σελ. 19
v) Οι συνέπειες	σελ.20
vi) Οι χώρες που προκαλούν τη μεγαλύτερη μόλυνση	σελ.21
vii) Η μεταφορά της μόλυνσης	σελ.22
<u>Γ. Διεθνή πρότυπα / πρωτόκολλα και προγράμματα ελέγχου</u>	
i) Το πρωτόκολλο του Κιότο	σελ.24
ii) Κανονισμός EMAS και πρότυπο ISO	σελ.32
iii) Clean Air for Europe (C.A.F.E. programme)	σελ.37
→ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Μέσα εφαρμογής περιβαλλοντικής πολιτικής	
<u>1. Κανονισμοί</u>	
α) Παραδοσιακά κανονιστικά μέτρα	σελ.47
β) Οικονομικές Συμφωνίες (διαπραγματεύσεις)	σελ.48

2. Οικονομικά μέσα

α) Φόροισελ.49

β) Εμπορεύσιμες άδειες.....σελ.55

3. Το υπόδειγμα συνεργασίας των χωρών για μείωση της μόλυνσης.....σελ.61

→ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Βιβλιογραφική Επισκόπηση**σελ. 65

→ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Το υπόδειγμα και οι υποθέσεις του**

α) Τα υποδείγματασελ.68

β) Οι υποθέσεις των υποδειγμάτωνσελ.69

→ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Εμπειρικά αποτελέσματα**

α) Υπόδειγμα 1σελ.73

β) Υπόδειγμα 2σελ.76

γ) Υπόδειγμα 3σελ.78

→ **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**σελ.81

→ **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**σελ.82

→ **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ / ΑΝΑΦΟΡΕΣ**σελ.93

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται μια οικονομετρικά ανάλυση με αντικειμενικό σκοπό να μοντελοποιήσουμε βάσει διαστρωματικών στοιχείων τους παράγοντες επηρεασμού των εκπομπών ρυπαντών και να εξάγουμε αντίστοιχες σχέσεις.

Μετά από μια σύντομη παρουσίαση δύο πολύ σημαντικών παγκόσμιων προβλημάτων (φαινόμενο του θερμοκηπίου και όξινη βροχή) αντιλαμβανόμαστε τις τεράστιες αρνητικές συνέπειες αυτών των φαινομένων τόσο για το οικοσύστημα εν γένει όσο και για την ανθρώπινη υγεία. Οι αυξημένες ανθρωπογενείς δραστηριότητες τα τελευταία χρόνια έχουν κάνει ακόμη πιο δραματική την ήδη υπάρχουσα αρνητική κατάσταση. Ο σκοπός του ανθρώπου από εδώ και στο εξής θα πρέπει να είναι η διαρκής προσπάθεια για αειφόρο ανάπτυξη που θα σέβεται το περιβάλλον.

Η πολιτεία και άλλοι αρμόδιοι φορείς έχουν πάρει κάποια μέτρα όπως η υπογραφή του πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ, του πρωτοκόλλου του Κιότο, η θέσπιση κάποιων κανονισμών, ο καθορισμός προτύπου ISO και συστήματος EMAS κ.α. Από την άλλη μεριά η οικονομική επιστήμη έχει στη διάθεσή της κάποια οικονομικά μέσα για να εσωτερικευτεί η εξωτερικότητα που δημιουργείται από τη ρύπανση. Αυτά τα μέσα είναι η αγορά εμπορεύσιμων αδειών, η επιβολή περιβαλλοντικών φόρων κ.α. Από μια σύγκριση προτύπων και φόρων καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το συνολικό κόστος καταπολέμησης της ρύπανσης με επιβολή φόρου είναι μικρότερο από ότι αυτό με επιβολή προτύπων. Οι εμπορεύσιμες άδειες είναι ένα σύστημα που διαρκώς εξελίσσεται και χρησιμοποιείται όλο και πιο έντονα καθώς κινείται με τους νόμους τις αγορές και ελαχιστοποιεί το κόστος.

Όσον αφορά στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στην commission το Σεπτέμβριο του 2005 υιοθετήθηκε η πιο πρόσφατη στρατηγική όσον αφορά στη μόλυνση του αέρα. Σύμφωνα με το πρόγραμμα Clean Air for Europe στο οποίο αναλύονται διάφορα σενάρια περιορισμού της ρύπανσης τα οφέλη από τη βελτίωση της υγείας είναι περίπου 20 φορές υψηλότερα από τα υπερεκτιμημένα κόστη. Ένας άλλος τρόπος που είναι

στη διάθεσή μας για περαιτέρω μείωση του κόστους είναι η συνεργασία των χωρών.

Μετά από την οικονομετρική ανάλυσή μας καταλήγουμε να εξάγουμε θετικές σχέσεις μεταξύ των κατά κεφαλήν εκπομπών διοξειδίου του θείου και διοξειδίου του άνθρακα με την αστικοποίηση, το ακαθάριστο εθνικό εισόδημα και την πυκνότητα του πληθυσμού. Τέλος, η αύξηση της απόθεσης ρύπων

συντελεί στην αύξηση της καταστροφής δασών, της σημαντικότερης πηγής ζωής του πλανήτη.

ABSTRACT

In this project we make an attempt so as to depict the primary factors that explain the polluters' emissions and to form the relevant equations.

After a brief presentation of two very important global environmental problems (greenhouse effect and acid rain) we understand their gorgeous negative consequences to the natural environment generally and the human health. The increased human activities that take place the recent years have made the already negative condition even worse. The target of all the people from now on should be the continuous try to achieve economic development that would respect the natural environment.

The state and other official quarters have already taken some measures such as the Montreal Protocol, the Kyoto Protocol, the enactment of some regulations, the ISO pattern, the EMAS system, e.t.c. On the other hand the economic science provides us with some economical measures so as to internalize the externality that exists because of the pollution. These measures are the marketable permissions, the imposition of environmental taxes e.t.c. From a comparison of environmental standards and taxes we conclude that the total cost of pollution abatement using environmental taxes is less than that deriving from standards imposition. The marketable permissions is a system that continuously develops and is used more and more since it follows the market rules and minimizes the abatement cost.

As far as European Union and commission is concerned in September 2005 the most recent thematic strategic concerning the air pollution was adopted. According to the programme "Clean Air for Europe", where several scenarios as far as pollution abatement is concerned are analysed, the benefits from the improvement of human health are almost 20 times higher than the overestimated costs. Another way of cost reduction is the cooperation between countries.

After our econometric analysis we conclude that there are positive correlation coefficients between per capita sulphur dioxide and carbon dioxide emissions with urbanization, gross national product and the population density. Finally, the increase of depositions contributes to the destruction of forests, the most important life source of the planet.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαρκώς αυξανόμενη εκμετάλλευση της φύσης από τον άνθρωπο κατά τους τελευταίους αιώνες έχει υποβαθμίσει επικίνδυνα το περιβάλλον στο οποίο ζούμε, δημιουργώντας σοβαρά προβλήματα όπως ρύπανση της ατμόσφαιρας, του εδάφους και των υδάτων, εξάντληση του όζοντος στη στρατόσφαιρα, φαινόμενο του θερμοκηπίου και μείωση της βιοποικιλότητας. Η συνεχής διόγκωση των προβλημάτων αυτών απαιτεί πλέον τη λήψη άμεσων μέτρων, καθιστώντας επιτακτική την ανάγκη της ορθής διαχείρισης όλων των επιβαρυντικών για το περιβάλλον δραστηριοτήτων και θέτοντας τα θεμέλια για μια αειφόρο ανάπτυξη με ποιοτικά χαρακτηριστικά έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις μας για αγαθά χωρίς να υπονομεύεται η κάλυψη των αναγκών των επερχόμενων γενεών και η ποιότητα του περιβάλλοντος.

Τα κυριότερα σύγχρονα μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα ή όπως είναι περισσότερο γνωστά, «τα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα» είναι:

- Η οξίνιση του περιβάλλοντος (όξινη βροχή)
- Η εξασθένιση της στοιβάδας του όζοντος (τρύπα του όζοντος)
- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Η ρύπανση και η εν γένει υποβάθμιση αέρα, νερού και εδάφους
- Η ερημοποίηση
- Η μείωση της βιοποικιλότητας

Αυτά τα προβλήματα μπορεί πραγματικά ή δυνητικά να θεωρηθούν παγκόσμια λαμβάνοντας υπ' όψιν τη μία ή και τις δύο παρακάτω έννοιες: α) αν και ο αντίκτυπός τους μπορεί να διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, τα πιθανά άμεσα αποτελέσματα είναι παγκόσμια σε όρους επιπτώσεων. β) ο όρος «παγκόσμιος» μπορεί να αναφέρεται στη

φύση των φυσικών διαδικασιών που «κινούν» το ρυπαντή ή που εξελίσσουν το περιβαλλοντικό πρόβλημα πριν ακόμα οι περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις γίνουν πλήρως αισθητές.

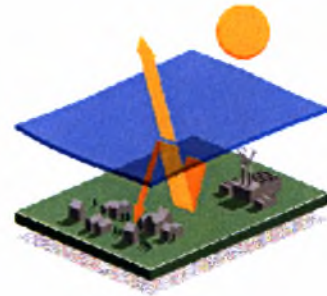
Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα γίνει αναφορά στο φαινόμενο θερμοκηπίου και στην όξινη βροχή. Σκοπός μας είναι η μοντελοποίηση βάσει διαστρωματικών στοιχείων των παραγόντων επηρεασμού των εκπομπών ρυπαντών και η εξαγωγή αντίστοιχων σχέσεων.

Η εργασία αυτή είναι δομημένη ως εξής: Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εκτενής αναφορά στα αίτια, στις διαδικασίες εξέλιξης και στις επιδόσεις κάποιων χωρών όσον αφορά στα δύο φαινόμενα καθώς επίσης και στα σημαντικότερα μέτρα που έχουν ληφθεί για τον περιορισμό των φαινομένων αυτών. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται τα μέτρα πολιτικής και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στα οικονομικά μέσα που μπορούν να συντελέσουν στον περιορισμό της μόλυνσης. Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται μια ανασκόπηση προηγούμενων μελετών. Τα υποδείγματα που χρησιμοποιήθηκαν για την οικονομετρική ανάλυση και οι υποθέσεις αυτών παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 4 ενώ στο 5^ο κεφάλαιο δίνονται τα εμπειρικά αποτελέσματα της ανάλυσης αφού έχουν γίνει οι παλινδρομήσεις και τα αντίστοιχα οικονομετρικά τεστ. Τέλος, παρουσιάζονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα αυτής της πτυχιακής και αναφέρονται οι βιβλιογραφικές πηγές.

Α. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

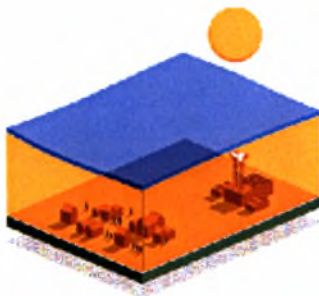
i) Ορισμός

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία. Είναι απαραίτητο για να διατηρείται η γη ζεστή, ώστε να υπάρχει ζωή και ανάπτυξη. Δίχως αυτό, η γη θα ήταν κρύα περίπου -20°C , και δεν θα μπορούσε να υπάρχει ζωή. Αντιθέτως, η μέση θερμοκρασία της γης διατηρείται στο επίπεδο των 15°C , χάρις στο φαινόμενο αυτό. Τα αέρια του θερμοκηπίου (που περιλαμβάνουν κυρίως το CO_2 και τους υδρατμούς) σχηματίζουν ένα 'στρώμα' πάνω από το έδαφος της γης σε ένα ορισμένο ύψος, ώστε αφού



Σχήμα 1, Πηγή: <http://el.wikipedia.org>

επιτρέψουν να εισέλθει η υπέρυθρη ακτινοβολία του ήλιου, αυτή απορροφάται κατά ένα μέρος από τη γη και την ατμόσφαιρα. (βλ. Σχήμα 2)



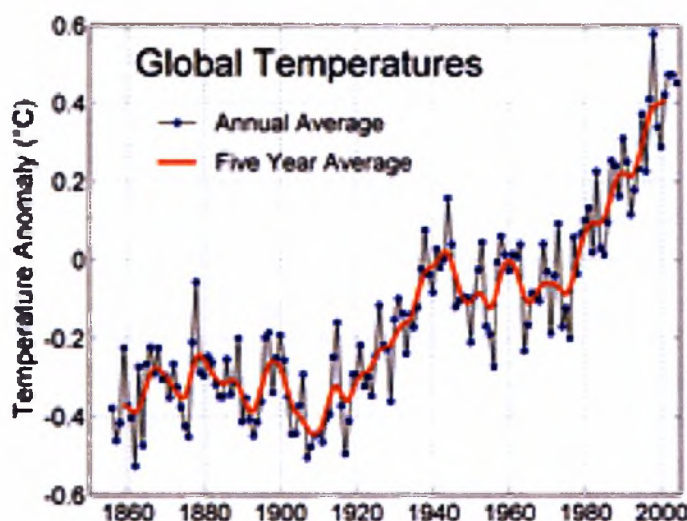
Σχήμα 2, Πηγή: <http://el.wikipedia.org>

Εν συνεχεία η υπόλοιπη ακτινοβολία επανεκπέμπεται από τη γη: ένα τμήμα της φεύγει προς το διάστημα και το υπόλοιπο εγκλωβίζεται από το στρώμα των αερίων του θερμοκηπίου. Το στρώμα των αερίων λοιπόν, επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, μοιάζει με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε το 1822 φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Τα τελευταία όμως χρόνια λέγοντας φαινόμενο Θερμοκηπίου δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά **στην έξαρση αυτής**, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

ii) Η παγκόσμια θέρμανση των τελευταίων ετών και τα αίτιά της

Τα τελευταία χρόνια οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανίες, αυτοκίνητα κ.ά.) έχουν αυξήσει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας

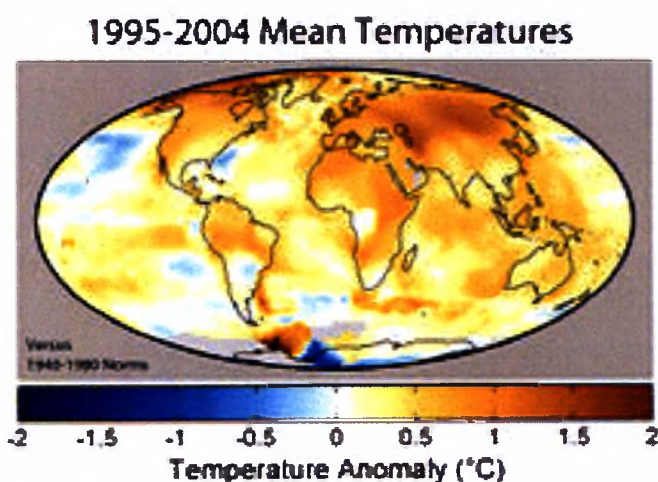


θερμοκρασίας μέχρι το έτος 2100 θα είναι
<http://el.wikipedia.org>

(αέρια θερμοκηπίου) με αποτέλεσμα την αύξηση της απορροφούμενης ακτινοβολίας και την επακόλουθη θερμοκρασιακή μεταβολή.

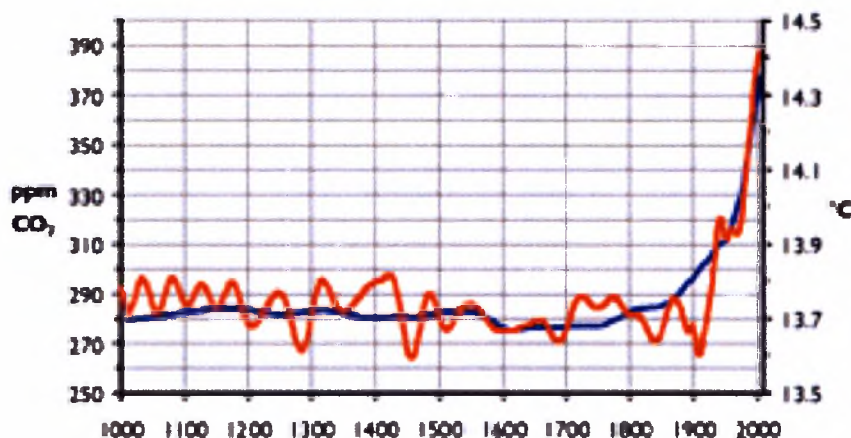
Διάγραμμα 1: Απεικονίζεται η μέση παγκόσμια θερμοκρασία από το 1860 έως το 2000. Υπολογίζεται ότι εάν δεν ληφθούν μέτρα, η αύξηση της από 1,5 έως 4,5°C. Πηγή:

Τα αέρια του θερμοκηπίου GHG (greenhouse gas) είναι περίπου 20 και έχουν όγκο μικρότερο από 1% του συνολικού όγκου της ατμόσφαιρας. Τα σημαντικότερα είναι οι υδρατμοί (H_2O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4), το υποξείδιο του αζώτου (N_2O), οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) και το τροποσφαιρικό όζον (O_3). Κάθε μεταβολή στις συγκεντρώσεις αυτών των αερίων, διαταράσσει το ενεργειακό ισοζύγιο, προκαλεί μεταβολή της θερμοκρασίας και ως εκ τούτου κλιματικές αλλαγές. Οι υδρατμοί, αν και απορροφούν το 65% της υπέρυθρης ακτινοβολίας, δεν φαίνεται να έχουν επηρεαστεί άμεσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα.



Χάρτης 1: Απεικονίζονται οι διαφορές στις θερμοκρασίες, όπως αυτές μετρήθηκαν από τον Ιανουάριο του 1995 μέχρι το 2004, σε σύγκριση με τις θερμοκρασίες της περιόδου 1940-1980. Η μέση αύξηση είναι 0.42 °C. Πηγή: <http://el.wikipedia.org>

Αντίθετα, οι συγκεντρώσεις των υπόλοιπων αερίων έχουν μεταβληθεί σημαντικά με **σημαντικότερη¹ τη μεταβολή του CO₂**, καθώς αποτελεί αέριο που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα με την καύση του πετρελαίου, του κάρβουνου και άλλων ορυκτών καυσίμων. Οι συγκεντρώσεις σε διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο έχουν αυξηθεί από το 1750 κατά 31% και 149% αντίστοιχα, ενώ βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα των τελευταίων 650.000 ετών.



Διάγραμμα 2: Επίπεδα συγκέντρωσης του CO₂ τα τελευταία 1000 χρόνια (μπλε καμπύλη, άξονας τιμών αριστερά) σε σύγκριση με την διακύμανση της μέσης θερμοκρασίας (κόκκινη γραμμή, άξονας τιμών δεξιά). Πηγή: <http://el.wikipedia.org>

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες όχι μόνο εκπέμπουν υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ στην ατμόσφαιρα, αλλά βλάπτουν και την ικανότητα της γης να απορροφά το CO₂ και να το ενσωματώνει στους φυσικούς κύκλους ροής ενέργειας και ύλης, με την καταστροφή των δασών και του φυτοπλαγκτού των ωκεανών. Το πλαγκτόν αποτελεί τον κύριο «απορροφητή» CO₂ του πλανήτη, καθώς πρόκειται για φυτικούς οργανισμούς που χρησιμοποιούν το CO₂ κατά τη φωτοσύνθεση.

Αν και οι αυξήσεις στο ήδη υπάρχον απόθεμα (stock) των GHG μετρούνται ex post με ακρίβεια η **πρόβλεψη μελλοντικών εκπομπών** είναι λιγότερο ακριβής. Αυτό συμβαίνει επειδή απαιτούνται προβλέψεις για τη μεταβολή στη ζήτηση ενέργειας (η οποία εξαρτάται από τον πληθυσμό, το επίπεδο τιμών, το Α.Ε.Π κ.λ.π.), τη σύνθεσή της όσον αφορά στον τύπο του καυσίμου και τέλος το επίπεδο της τεχνολογίας

¹ όσον αφορά στις επιπτώσεις

που χρησιμοποιείται στις διαδικασίες παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας (για να συγκεκριμενοποιηθούν τα επίπεδα αποτελεσματικής ενέργειας). Ιδιαίτερα σημαντική είναι και η αβεβαιότητα του μεγέθους αύξησης ζήτησης ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Ένα άλλο θέμα το οποίο πρέπει να αναφερθεί είναι η **σχέση εκπομπών – συγκέντρωσης** ρυπαντών. Αυτή η σχέση εξαρτάται από δύο βασικούς παράγοντες. Ο πρώτος είναι η διάρκεια ζωής των μορίων GHG σε «ενεργή» μορφή στην ατμόσφαιρα η οποία έχει κατανοηθεί μόνο εν μέρει. Οι υπολογισμοί ποικίλουν από μερικές εβδομάδες μέχρι εκατό ή περισσότερα χρόνια ανάλογα με το κάθε αέριο του θερμοκηπίου. Αν η διάρκεια ζωής ήταν σταθερή θα μπορούσαν να γίνουν προβλέψεις. Δυστυχώς όμως μάλλον δεν είναι σταθερή και πιθανώς εξαρτάται από τα ήδη υπάρχοντα επίπεδα και τις μίξεις των διαφόρων GHGs. Ο δεύτερος παράγοντας είναι το γεγονός ότι κάποιες εκπομπές απορροφώνται από το ίδιο το περιβάλλον. Καθώς οι συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα αλλάζουν η ικανότητα του περιβάλλοντος να απορροφά τον άνθρακα και άλλους ρυπαντές αλλάζει αλλά αυτή η δυναμική δεν έχει κατανοηθεί ακόμη.

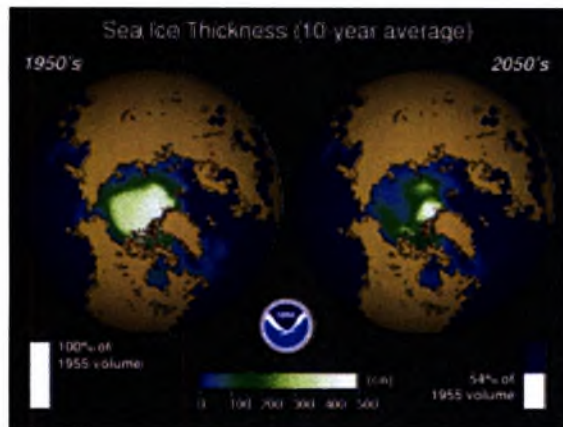
iii) Συνέπειες της παγκόσμιας θέρμανσης

Οι συνέπειες της παγκόσμιας θέρμανσης αναλύονται συνήθως χρησιμοποιώντας GCM μοντέλα (Global Simulation Models)² και είναι οι παρακάτω:

1. **Κλίμα:** η παγκόσμια θέρμανση μπορεί να συμβάλλει στην αλλαγή του κλίματος της γης μετακινώντας τις ζώνες βροχοπτώσεως, από τον ισημερινό προς τον βορρά και ερημοποιώντας το κάτω τμήμα της εύκρατης ζώνης. Αυτό συνεπάγεται αλλαγές στους διάφορους τύπους βλάστησης τόσο στις γεωργικές όσο και στις δασικές εκτάσεις. Αναμένονται επιπλέον συχνότερα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως

² Τα GCM μοντέλα επιχειρούν να αποδώσουν τις ατμοσφαιρικές και θαλάσσιες διαδικασίες. Σε μια έρευνα του 1990 του IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) αναφέρεται ότι τα μοντέλα αυτά δεν μπορούν να προβλέψουν μεταβολές που οδηγούν σε φαινόμενα όπως τυφώνες, θύελλες και καταιγίδες σε περιοχές μεσαίου γεωγραφικού πλάτους.

κύματα θερμότητας και ξηρασίες ή έντονες βροχοπτώσεις ανάλογα με την περιοχή.



2. Θάλασσες: Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να οδηγήσει σε άνοδο της στάθμης των θαλασσών, μέσω της θερμικής διαστολής των υδάτων και την τήξη των πάγων. Μία αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1,5 έως 4,5°C εκτιμάται πως μπορεί να

Χάρτης 2: Η πυκνότητα των πάγων. Πηγή: <http://el.wikipedia.org>

οδηγήσει σε μία άνοδο της στάθμης κατά 15 έως 95 εκατοστά³. Η άνοδος αυτή, μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες, προκαλώντας πλημμύρες σε περιοχές που βρίσκονται σε χαμηλό υψόμετρο και κοντά στο επίπεδο της θάλασσας. Από το 1900 μέχρι το 2001, έχει υπολογιστεί μία ετήσια άνοδος 1-2 χιλιοστά⁴, ενώ σύμφωνα με μετρήσεις του δορυφόρου TOPEX/Poseidon, από το 1992 μέχρι σήμερα η άνοδος είναι περίπου 3 χιλιοστά ετησίως.

Σύμφωνα με μία άλλη πιθανότητα, η παγκόσμια θέρμανση ενδέχεται να επηρεάσει την ωκεάνια κυκλοφορία και ειδικότερα επιβραδύνοντας το θερμό ρεύμα του Κόλπου, ωθώντας το προς τα νότια και προκαλώντας πτώση τις θερμοκρασίας στις περιοχές από τις οποίες διέρχεται, όπως η Δυτική Ευρώπη και η Βόρεια Αμερική. Επιπλέον, λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα, οι ωκεανοί της γης απορροφούν μεγαλύτερο ποσοστό, γεγονός που οδηγεί στην μείωση του PH των υδάτων.

3. Υγεία: Η άνοδος της θερμοκρασίας εμφανίζει δύο αντικρουόμενα άμεσα αποτελέσματα σε σχέση με την ανθρώπινη θνησιμότητα: οδηγεί σε αύξηση των θανάτων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού αλλά και σε μείωση των θανάτων κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Μία άλλη παράμετρος της παγκόσμιας θέρμανσης αφορά στην

³ (IPCC) 2001

⁴ Πόρισμα της IPCC για τη θαλάσσια στάθμη

ενδεχόμενη εξάπλωση και άνθιση επιδημιών του παρελθόντος, καθώς οι μεγάλες θερμοκρασίες και η υγρασία αποτελούν κατάλληλο υπόβαθρο για την ανάπτυξη πολλών μικροβίων.

4. Ενδεχόμενες θετικές συνέπειες: i) Η γεωργία στο μεγαλύτερο τμήμα της Ευρώπης και ιδιαίτερα στα μέσα γεωγραφικά πλάτη και στη βόρεια Ευρώπη, θα μπορούσε ενδεχομένως να ωφεληθεί από μια συντηρητική άνοδο της θερμοκρασίας. Ωστόσο, περιοχές της νότιας Ευρώπης είναι πιθανό να απειληθούν από την έλλειψη νερού. Επιπλέον, η πιθανή εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων, με μεγαλύτερη συχνότητα σε σχέση με το παρελθόν, μπορεί να οδηγήσει σε περισσότερες κακές σοδειές. Σημαντική παράμετρο αποτελεί γενικά η ικανότητα της γεωργίας να προσαρμοστεί σε μελλοντικές κλιματικές μεταβολές. ii) Η παγκόσμια θέρμανση θα οδηγήσει σε αύξηση του αριθμού των ημερών που θεωρούνται ιδανικές για την ανάπτυξη των φυτών.

iv) Ποιες οικονομίες επηρεάζονται περισσότερο

Ο Nordhaus (1990) ασχολήθηκε με τις επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στις οικονομίες βασιζόμενος σε ένα ευρύ ερευνητικό υλικό της United States Environmental Protection Agency (EPA 1988,1999). Ισχυρίζεται ότι οι προχωρημένες βιομηχανικές οικονομίες θα υποστούν σχετικά λιγότερη ζημία (λιγότερο από 1% ετησίως του εθνικού εισοδήματος) επειδή το μεγαλύτερο μέρος της μετρούμενης οικονομικής δραστηριότητας δεν επηρεάζεται από κλιματικές μεταβολές.

Για τις αναπτυσσόμενες χώρες οι προοπτικές είναι χειρότερες. Σε αυτές τις οικονομίες το 1/3 του ακαθάριστου εθνικού προϊόντος προέρχεται από τον αγροτικό τομέα και η παραγωγικότητα είναι πολύ ευαίσθητη σε κλιματικές αλλαγές. Αν και ο Nordhaus τείνει να είναι δικαίως αισιόδοξος στις εκτιμήσεις του για το κόστος της κλιματικής αλλαγής εξ' αιτίας πιθανώς της βορειοαμερικανικής προέλευσης των αριθμητικών δεδομένων του, ο Hansen (1988,1990) είναι εμφανώς πιο απαισιόδοξος. Οι GCM προσομοιώσεις του καταδεικνύουν αυξήσεις στη

συχνότητα μεγάλης ξηρασίας σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες και υψηλότερη πιθανότητα ερημοποίησης.

v) Χρησιμοποιούμενες πολιτικές

Τα είδη πολιτικών στα οποία θα αναφερθούμε είναι δύο: η «πολιτική πρόβλεψης» και η «πολιτική αντίδρασης». Η βέλτιστη **πολιτική πρόβλεψης** εκτιμά τα αναμενόμενα κόστη και οφέλη από τη μείωση των εκπομπών που προκαλούν μόλυνση, αναγνωρίζει το κοινωνικά βέλτιστο επίπεδο μείωσης της μόλυνσης και επιλέγει τα εργαλεία πολιτικής που ελαχιστοποιούν το αναμενόμενο κόστος επίτευξης του στόχου. Είναι πιθανό (αλλά όχι σίγουρο) ότι η πολιτική πρόβλεψης θα είναι προληπτική λαμβάνοντας υπ' όψιν τον τύπο των προσπαθειών για να μειωθούν οι ροές των εκπομπών. Η **πολιτική αντίδρασης** θα ήταν κυρίως προσαρμοστική προσπαθώντας να ελαχιστοποιήσει τις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής ex post. Γενικά, κάθε πολιτική που επιδιώκει να μειώσει την αναμενόμενη ζημία με ex ante παρέμβαση μπορεί να αποκαλείται «πολιτική πρόβλεψης» ⁵.

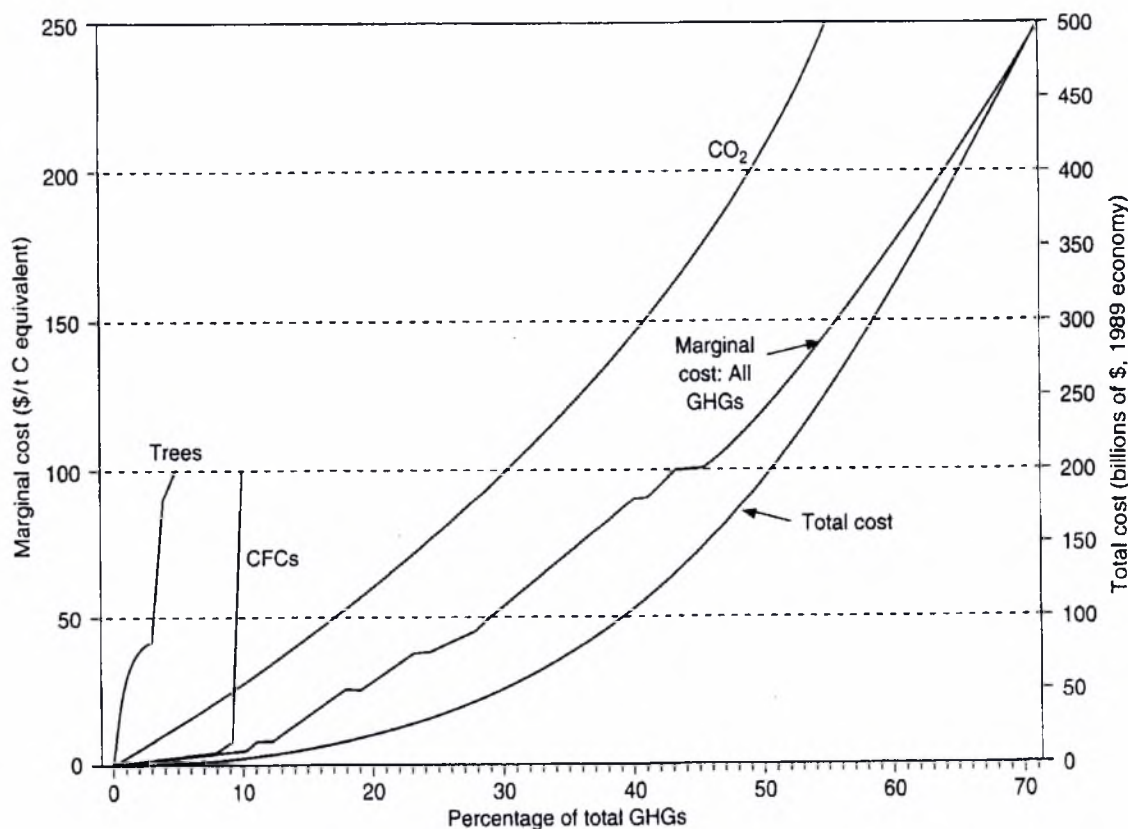
Κάποιοι επιστήμονες πιστεύουν ότι το παρόν επίπεδο γνώσης δεν αρκεί ώστε η πολιτική πρόβλεψης να είναι μια ορθολογική επιλογή και μέχρι αυτό το επίπεδο γνώσης να βελτιωθεί η πολιτική θα έπρεπε να είναι αυτή της αντίδρασης ή η προσαρμοστική. Από τη άλλη όμως, αν οι προσδοκίες για τα οφέλη και τις ζημίες ήταν ακριβείς η πολιτική πρόβλεψης **θα ήταν πιθανώς πιο αποτελεσματική** καθώς λιγότερες επιλογές πολιτικής θα αποκλείονταν και έτσι θα μπορούσαν να επιλεγθούν τα λιγότερο κοστοβόρα προγράμματα.

Αν η πολιτική πρόβλεψης ή η προληπτική πολιτική υιοθετηθεί οι παρεμβάσεις πιθανώς να περιέχουν μέτρα που θα βελτιώνουν την αποτελεσματικότητα των καυσίμων και τη διατήρηση της ενέργειας, αν και αυτά θα έχουν γρήγορα μειούμενα αποτελέσματα καθώς ο βαθμός μείωσης της ρύπανσης αυξάνεται, γεγονός το οποίο ενθαρρύνει την υποκατάσταση μεταξύ διάφορων τύπων καυσίμου. Με αυτό τον τρόπο θα

⁵ Η πολιτική αντίδρασης αναπτύσσεται καθώς τα αποτελέσματα ξεδιπλώνονται και συνήθως σχεδιάζεται να ελαχιστοποιήσει τα «βάρη» προσαρμογής σε διαδικασίες που θεωρούνται μη ελέγξιμες ή μη προβλέψιμες.

άλλαξε η σχέση μεταξύ της οικονομικής δραστηριότητας και των εκπομπών ρυπαντών. Οι αναλύσεις προσομοίωσης σχετικά με τις εκπομπές GHG διαχρονικά υποθέτουν ότι τα συνδυασμένα αποτελέσματα της τεχνικής εξέλιξης και της υποκατάστασης που υποκινείται από τις τιμές θα έχουν ως συνέπεια τη μείωση του συντελεστή εκπομπών – αποτελέσματος κατά 1% per annum ακόμα και με απουσία συγκεκριμένης πολιτικής ελέγχου ⁶.

Αν υιοθετούνταν επίσης σχέδια κινήτρων ή κανονισμοί ο συντελεστής θα μειωνόταν ακόμη περισσότερο. Υπάρχει ακόμη και το ενδεχόμενο προγραμμάτων αναδάσωσης και άλλων σχεδίων, τα οποία μπορούν να δράσουν ως «απορροφητές» του άνθρακα παρόλο που είναι δύσκολο να εκτιμηθεί πόσο κοστοβόρο θα ήταν αυτά τα σχέδια να εφαρμοστούν ευρέως. Ο Nordhaus (1991) εκτιμά το επίπεδο μείωσης των εκπομπών GHG που ελαχιστοποιεί το κόστος και τα αποτελέσματά του εμφανίζονται στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 3: Οριακό και συνολικό κόστος της μείωσης GHG. Πηγή: Nordhaus, (1991)

⁶ Boero et al... 1991

Μια μείωση των εκπομπών GHG μεταξύ 10% και 20% (σε σχέση με τα επίπεδα του 1990) είναι εφικτή σε μέτριο κόστος με μειούμενη απόδοση η οποία ανεβαίνει ραγδαία μετά από αυτό. Η κατά 60% μείωση στις εκπομπές ακόμα και αν επιλεγόταν αποτελεσματικά και εισαγόταν με αργό ρυθμό θα κόστιζε \$300 δισεκατομμύρια ετησίως σε τιμές του 1992.

vi) Οι επιδόσεις των χωρών της G8 σχετικά με τη μείωση των εκπομπών σύμφωνα με έκθεση του WWF.

Τις χειρότερες επιδόσεις μεταξύ των χωρών της G8 έχουν οι Ηνωμένες Πολιτείες όσον αφορά στα μέτρα για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών. Χαμηλές επιδόσεις για τις υπόλοιπες επτά χώρες, καταγράφει έκθεση του WWF. Οι ΗΠΑ έρχονται τελευταίες από τους επτά βιομηχανικούς κολοσσούς, συν τη Ρωσία, στην εφαρμογή των δέκα κριτηρίων για την περιστολή των εκπομπών αερίων, που συμβάλλουν στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. Επιπλέον, όπως διαπιστώνεται, οι ΗΠΑ απορροφούν τα δύο τρίτα της παγκόσμιας παραγωγής καυσίμων και κάρβουνου, προϊόντων που όπως έχουμε ήδη αναφέρει αποτελούν τις κατεξοχήν πηγές παραγωγής αερίων που δημιουργούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Σύμφωνα με το WWF, **οι ΗΠΑ είναι ο «τελευταίος μαθητής στην τάξη»**, αλλά «και οι υπόλοιποι επτά δεν αποδεικνύονται ιδιαίτερα επιμελείς». Η Βρετανία, η Γερμανία και η Γαλλία έρχονται πρώτες στην κατάταξη, όμως και οι τρεις χώρες αντιμετωπίζουν το ενδεχόμενο να αυξήσουν τις ρυπογόνες εκπομπές, χωρίς να λαμβάνουν παράλληλα μέτρα για την ελάττωσή τους. Ο Καναδάς, η Ιταλία και η Ιαπωνία ακολουθούν μακράν πίσω στην κατάταξη και μοιάζουν ανίκανες να ακολουθήσουν τα κριτήρια που θεσπίζει το πρωτόκολλο του Κιότο⁷, το οποίο είναι ιδιαίτερα αυστηρό στους στόχους του για μείωση των εκπομπών ρυπογόνων αερίων.

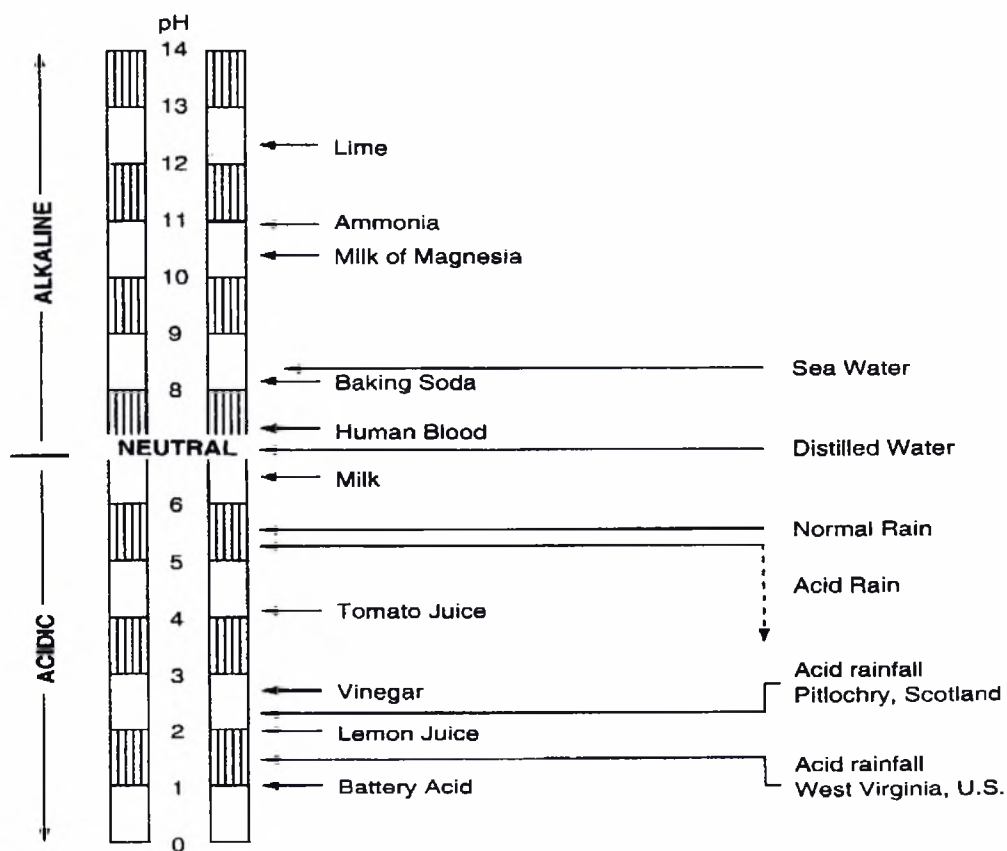
Η WWF καλεί τα μέλη της G8, των οποίων οι εκπομπές σε παγκόσμιο επίπεδο αντιπροσωπεύουν το 45% των ρύπων που

⁷ Για το πρωτόκολλο του Κιότο θα γίνει εκτενής αναφορά παρακάτω

επιβαρύνουν το περιβάλλον του πλανήτη, να υιοθετήσουν ακόμη αυστηρότερους και πιο φιλόδοξους στόχους, αφήνοντας εάν χρειασθεί τις ΗΠΑ έξω από τη συναινετική τους πράξη. «Εάν οι ΗΠΑ αργοπορούν, είναι πλέον καιρός να τις αφήσουμε πίσω» εκτιμά το WWF, υπενθυμίζοντας συνάμα πως οι ΗΠΑ είναι η μοναδική χώρα-μέλος της G8 που δεν έχει επικυρώσει το πρωτόκολλο του Κιότο. Η βρετανική προεδρία της G8 έχει λάβει σαφείς αποστάσεις από τις ΗΠΑ, ενώ το Παρίσι είναι θετικό σε μία ενεργητικότερη δράση κατά των εκπομπών αερίων.

Β. ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ**i) Ορισμός**

Η όξινη απόθεση, πιο γνωστή ως όξινη βροχή είναι ο,τιδήποτε πέφτει από τον ουρανό στον πλανήτη μας (βροχή, χιόνι, υγρασία κ.λ.π.) και είναι αφύσικα όξινο. Ο όρος όξινη βροχή συνεχίζει να χρησιμοποιείται, αν και θεωρείται πιο σωστός ο όρος «όξινη κατακρήμνιση». Όταν αναφερόμαστε σε όξινα μετεωρικά κατακρημνίσματα εννοούμε τη βροχή, το χιόνι, το χαλάζι, την ομίχλη που έχουν PH μικρότερο του 5,6. Η διαβάθμιση της οξύτητας παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα.



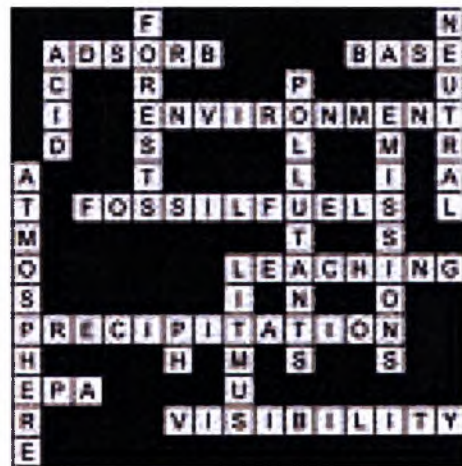
Σχήμα 3: Η κλίμακα PH Πηγή: Kemp, (1990 σελ. 70)

ii) Τα αίτια

Το φαινόμενο της όξινης βροχής παρατηρήθηκε για πρώτη φορά στην Σκανδιναβία γύρω στο 1950. Οι φυσικές διαδικασίες που

σχετίζονται με την όξινη βροχή έχουν πλέον πλήρως επεξηγηθεί. Κύρια αίτια είναι το διοξείδιο του θείου (SO_2) και τα οξείδια του αζώτου (NO_x), που εκλύονται από βιομηχανίες που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα. Δευτερευούσης σημασίας είναι οι εκπομπές υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου από τις εξατμίσεις των οχημάτων. Αυτά μεταφέρονται με τη βοήθεια του ανέμου στα μεσαία και ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας σε απόσταση που μπορεί να φτάσει και τα 600 μίλια.

Όμως σε κάποιο βαθμό η οξύτητα της αποθέσεως επηρεάζεται από και από τις εκπομπές αμμωνίας, σκόνης, πτητικών οργανικών ενώσεων και υδροχλωρικού οξέος. Οι πηγές όλων αυτών των παραγόντων μπορεί να είναι είτε φυσικές είτε ανθρωπογενείς. Οι φυσικές πηγές περιλαμβάνουν βιογενείς εκπομπές από επίγειες, παλιρροιακές και ωκεάνιες περιοχές και μη βιογενείς εκπομπές από φωτιές σε δασικές εκτάσεις, γεωθερμική δραστηριότητα, κεραυνούς και αιωρούμενα σωματίδια του χώματος, ενώ η παραγωγή ενέργειας, τα διυλιστήρια, η βιομηχανία, οι μεταφορές και οι εμπορικές πηγές αποτελούν ανθρωπογενείς πηγές.



Σχήμα 4: Το σταυρόλεξο της όξινης βροχής. Πηγή: [www. Google.com](http://www.Google.com)

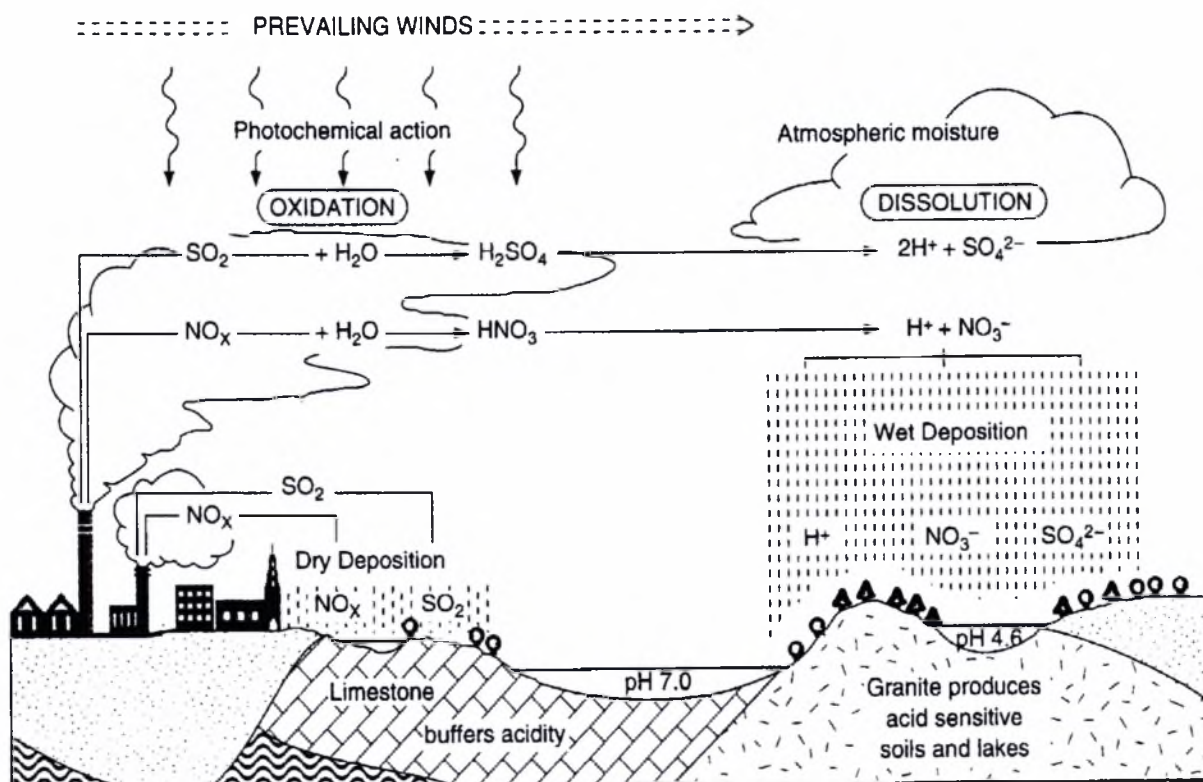
iii) Οι μορφές απόθεσης

Η απόθεση οξέος περιλαμβάνει τη διαδικασία της ξηρής, υγρής και της κρυφής απόθεσης. Η *ξηρή απόθεση* είναι η απ' ευθείας απορρόφηση από μια επιφάνεια ή η πρόσληψη από φυτά. Η *υγρή απόθεση* είναι η βροχή, το χιόνι ή το καλάζι και τέλος η *κρυφή απόθεση* είναι η διείδυση σταγονιδίων νερού από τα σύννεφα στη βλάστηση ή σε άλλη επιφάνεια. Η ξηρή απόθεση εκτιμάται ως το γινόμενο της συγκεντρώσεως στο επίπεδο του εδάφους και της ταχύτητας αποθέσεως του εξεταζόμενου ρυπαντή η οποία ορίζεται ως η ροή προς μια επιφάνεια ανά μονάδα συγκεντρώσεως στον αέρα. Η υγρή απόθεση είναι ένας σημαντικός μηχανισμός απομακρύνσεως. Ο ρυθμός απομακρύνσεως του

διοξειδίου του θείου με τη μορφή υγρής αποθέσεως είναι μεγαλύτερος απ' ό,τι με την ξηρή απόθεση. Για το συνολικό ισοζύγιο θείου η κρυφή απόθεση είναι μειωμένης σημασίας.

iv) Η διαδικασία εξέλιξης

Η διαδικασία δημιουργίας της όξινης βροχής παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα και έχει αναλυτικά ως εξής: Το SO_2 και τα NO_x κατακάθονται στο έδαφος σαν ξηρές αποθέσεις ή οξειδώνονται σε τριοξείδια και αντιδρούν με το οξυγόνο και τους υδατμούς της ατμόσφαιρας και σχηματίζουν αντίστοιχα θειικό (H_2SO_4) και νιτρικό οξύ (HNO_3). Η ηλιακή ακτινοβολία δρα καταλυτικά αυξάνοντας το ποσοστό αυτών των αντιδράσεων. Στη συνέχεια το θειικό και το νιτρικό οξύ διαλυμένα στο νερό της βροχής ή στα σταγονίδια της ομίχλης, του χιονιού, του χαλαζιού κ.λ.π. προσβάλουν το έδαφος, το νερό, τα φυτά, τα ζώα, τα κτίρια και τα μνημεία με καταστρεπτικές επιπτώσεις σε αυτά.



Σχήμα 5: Διαδικασία δημιουργίας όξινης βροχής. Πηγή: Kemp, 1990 σελ. 70

v) Οι συνέπειες

1) Καταστροφή δασών: αυτή συντελείται λόγω της απόπλυσης του ασβεστίου και του καλίου από έδαφος και αντικατάστασής τους από μαγγάνιο και αλουμίνιο, στοιχεία τα οποία είναι επιζήμια για τις ρίζες των δέντρων. Η ανάπτυξη των δέντρων μπορεί επίσης να επηρεαστεί και απ' ευθείας από την πτώση της όξινης βροχής στα φύλλα. Κάποιες έρευνες εμφανίζουν την τεράστια καταστροφή των δασών στην Ευρώπη. Τα δέντρα που αντιμετωπίζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι τα κωνοφόρα.



Photo 1: Δάσος καταστρεμμένο από όξινη βροχή

Πηγή: [www. google.com](http://www.google.com)

2) Θάνατος ζωικών και φυτικών οργανισμών στις λίμνες: η αυξημένη συγκέντρωση οξέος στο νερό έχει ως συνέπεια την απελευθέρωση αλουμινίου από το έδαφος και τα ιζήματα του πυθμένα. Αυτή με τη σειρά της προκαλεί έλλειψη χλωριούχου νατρίου και οξυγόνου και αυτό επιφέρει τελικά το θάνατο των ζωικών και φυτικών οργανισμών. Σε μια έρευνα στη Γαλλία που έγινε το 1990 βρέθηκε ότι: πολύ σοβαρή βλάβη υπήρχε στη Σκανδιναβία. Για παράδειγμα η Σουηδία είχε 4.000 λίμνες με $PH < 5$ και στη νότια Νορβηγία λίμνες συνολικής επιφάνειας 13.000 Km^2 δεν είχαν καθόλου ψάρια ενώ σε επιφάνεια 20.000 Km^2 τα ψάρια είχαν μειωθεί κατά 50%. Ανάλογα συμπεράσματα έχουν εξαχθεί και από παρόμοιες έρευνες στη Γερμανία, στη Σουηδία και στον Καναδά.

3) Βλάβες στην ανθρώπινη υγεία: η όξυνση του υδροφόρου ορίζοντα συνεπάγεται και τη μόλυνση του νερού που καταναλώνει ο άνθρωπος. Έτσι προκαλούνται και επιτείνονται διάφορες ασθένειες που σχετίζονται με το αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου και άλλες που ακόμη δεν έχουν πλήρως εξακριβωθεί. Σύμφωνα με μία έρευνα του Office of Technology Assessment που πραγματοποιήθηκε το 1984 στην 50.000 θάνατοι το χρόνο στην Αμερική αποδίδονται στη μόλυνση που προέρχεται από το θειικό άλας.

4) Διάβρωση κτιρίων, μνημείων, αγαλμάτων κ.λ.π. : η όξινη βροχή καταστρέφει υλικά όπως γαλβανισμένο ατσάλι, μπρούτζο, μάρμαρο προκαλώντας σοβαρές βλάβες σε πολιτιστικά μνημεία όπως η Ακρόπολη και το Taj Mahal. Το χρωματιστό γυαλί από το οποίο φτιάχνονται βιτρό



και άλλα διάφορα έργα τέχνης διαβρώνεται τόσο πολύ από την όξινη βροχή ώστε κάποιες έρευνες προβλέπουν τον πλήρη αφανισμό του μεσαιωνικού γυαλιού σε κάποιες δεκαετίες.

Photo 2: Ποταμός μολυσμένος από την όξινη βροχή. Πηγή: www.google.com

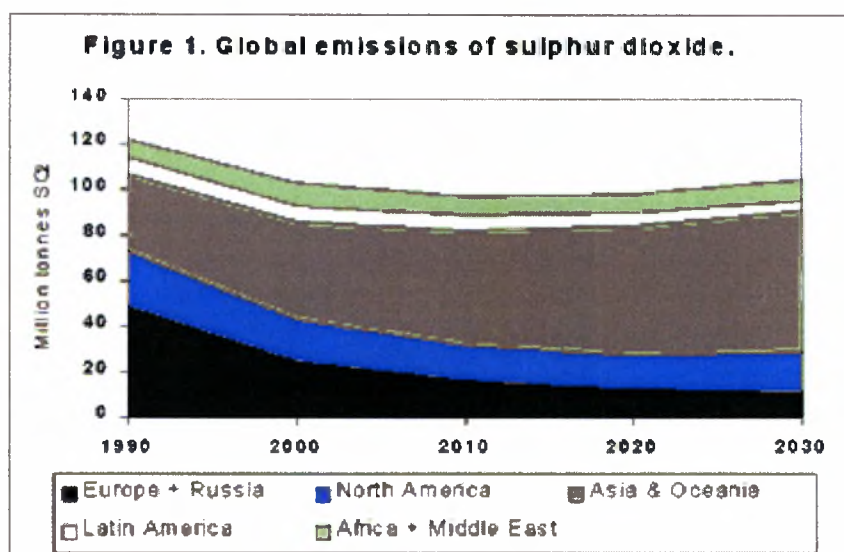
5) Προβλήματα ορατότητας: μόρια θειικού άλατος που δημιουργούνται εξ' αιτίας του μεταφερόμενου δια αέρος θειικού οξέος επιφέρουν μείωση της ορατότητας. Στα εθνικά πάρκα της ανατολικής Αμερικής έχει εκτιμηθεί ότι υπάρχει 50-60% μείωση της ορατότητας.

vi) Οι χώρες που προκαλούν τη μεγαλύτερη μόλυνση

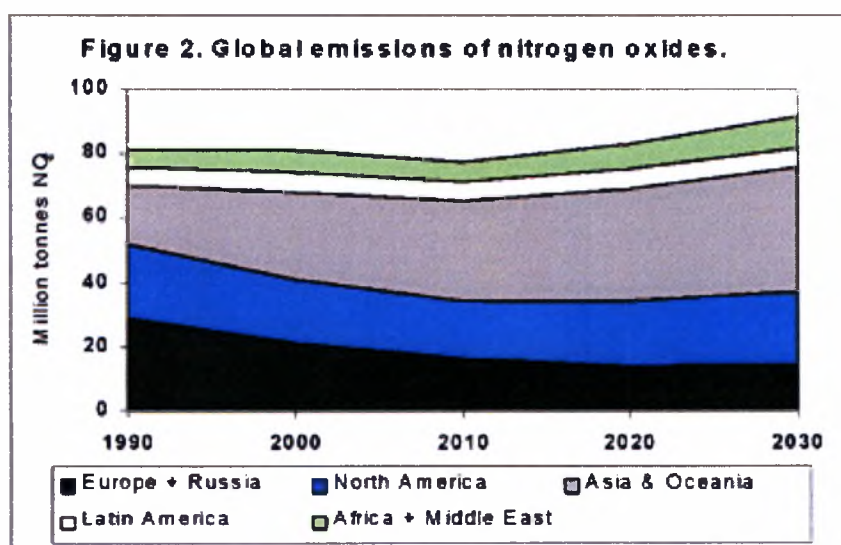
Το φαινόμενο της όξινης βροχής είναι κυρίως συνδεδεμένο με τις βιομηχανοποιημένες περιοχές της Ευρώπης, την πρώην Σοβιετική Ένωση και τη Βόρεια Αμερική, όπου οι περισσότερες μολυσμένες περιοχές έχουν επίπεδα εναπόθεσης SO₂ δέκα φορές μεγαλύτερα του φυσιολογικού ⁸. Η Κίνα είναι η τρίτη μεγαλύτερη «χώρα-ρυπαντής» μετά την πρώην Σοβιετική Ένωση και τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Στα διαγράμματα 4 και 5 εμφανίζεται η εξέλιξη των εκπομπών SO₂ και NO_x για διάφορες ζώνες του κόσμου σύμφωνα με το πρόγραμμα CAFE ⁹ μέχρι το 2030. Στο παράρτημα εμφανίζονται αναλυτικά τα στοιχεία για τις περιοχές αυτές στους πίνακες 3 και 4.

⁸ World Resources 1992-1993

⁹ Θα γίνει εκτενής αναφορά για το πρόγραμμα CAFE στη συνέχεια της εργασίας.



Διάγραμμα 4: Σύμφωνα με το πρόγραμμα CAFE, ακολουθώντας το *baseline scenario* οι παγκόσμιες εκπομπές SO_2 θα μειωθούν σε περίπου 97 εκατ. τόνους το 2010 και μετά θα αυξηθούν πάλι σε 105 εκατ. τόνους μέχρι το 2030, εκτός αν ληφθούν αυστηρότερα μέτρα σε κάποιες περιοχές του πλανήτη και ιδιαίτερα στη νότια Ασία. Η εφαρμογή του MTRF σεναρίου θα μπορούσε να μειώσει τις εκπομπές SO_2 περίπου στο 1/5 το έτος 2030 σε σχέση με αυτές του 1990. Πηγή: <http://acidrain.org>



Διάγραμμα 5: Η αύξηση των εκπομπών από τις αναπτυσσόμενες χώρες θα ισοσκελιστεί μερικώς από τη μείωση των Ευρωπαϊκών εκπομπών έτσι ώστε οι ανθρωπογενείς εκπομπές να μην αυξηθούν παραπάνω από 13% μέχρι το 2030. Η εφαρμογή του MTRF σεναρίου θα μπορούσε να μειώσει τις εκπομπές περίπου στο 1/3 το έτος 2030 σε σχέση με αυτές του 1990. Πηγή: <http://acidrain.org>

vii) Η μεταφορά της μόλυνσης

Εξαιτίας των μετεωρολογικών φαινομένων οι εκπομπές ρυπαντών κάποιων χωρών μεταφέρονται και δημιουργούν τεράστιο πρόβλημα στις γειτονικές χώρες. Για παράδειγμα, το 70% των εκπομπών του Ηνωμένου

Βασιλείου μεταφέρονται μέσω των ανέμων στη Γερμανία, στη Νορβηγία και στη Σουηδία καθώς επίσης και η βιομηχανοποιημένη περιοχή της Σιλεσίας στη νότια Πολωνία έχει σημαντικές δυσμενείς επιπτώσεις στις γειτονικές περιοχές. Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η περιβαλλοντική επιβάρυνση που δέχεται κάθε χώρα δεν είναι μόνο αποτέλεσμα των δικών της εκπομπών αλλά και των εκπομπών των γειτονικών χωρών.

Γ. ΔΙΕΘΝΗ ΠΡΟΤΥΠΑ / ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

ι) Το πρωτόκολλο του Κιότο

Η σύμβαση πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος (UNFCCC) και το πρωτόκολλο του Κιότο αυτής, αποτελούν **το μόνο διεθνές πλαίσιο** για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών ¹⁰. Η UNFCCC, το πρώτο διεθνές μέτρο με το οποίο επιδιώχθηκε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, συνήφθη το Μάιο του 1992 και άρχισε να ισχύει το Μάρτιο του 1994.

Επέβαλλε σε όλα τα συμβαλλόμενα μέρη την υποχρέωση να θεσπίσουν εθνικά προγράμματα για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου και να υποβάλλουν τακτικές εκθέσεις, ενώ απαιτούσε από τις βιομηχανικές συνυπογράφουσες χώρες ¹¹, σε αντιδιαστολή με τις αναπτυσσόμενες, να επιτύχουν τη σταθεροποίηση των δικών τους εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου στα επίπεδα του 1990, μέχρι το έτος 2000. Ο στόχος αυτός, ωστόσο, δεν ήταν δεσμευτικός.

Με τη διάκριση ανάμεσα στις βιομηχανικές και τις αναπτυσσόμενες χώρες, η UNFCCC αναγνώριζε το γεγονός ότι οι βιομηχανικές χώρες ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου και ότι διαθέτουν επίσης τη θεσμική και χρηματοοικονομική ικανότητα να τις περιορίσουν. Τα συμβαλλόμενα μέρη συναντώνταν ετησίως για μια επισκόπηση της προόδου και για τη συζήτηση νέων μέτρων, ενώ είχαν θέσει σε εφαρμογή ορισμένους μηχανισμούς πλανητικής

¹⁰Αναλυτικές πληροφορίες για τη σύμβαση UNFCCC και το πρωτόκολλο του Κιότο διατίθενται στο διαδίκτυο, στη διεύθυνση <http://unfccc.int>.

¹¹Στην UNFCCC οι χώρες υποδιαιρούνται σε δύο κύριες ομάδες: Την 1η Ιουλίου 2002, 186 χώρες ήταν συμβαλλόμενα μέρη στη σύμβαση. Από αυτές, 40 βιομηχανικές χώρες περιλαμβάνονται στον κατάλογο του παραρτήματος Ι της Σύμβασης, ενώ οι υπόλοιπες 146 χώρες είναι γνωστές ως χώρες εκτός του παραρτήματος Ι. Στις χώρες του παραρτήματος Ι συγκαταλέγονται οι 24 σχετικά εύπορες βιομηχανικές χώρες που ήταν μέλη του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) το 1992, τα μέχρι πρότινος 15 κράτη μέλη της ΕΕ και 11 χώρες με οικονομίες που διέρχονται φάση μετάβασης προς την οικονομία της αγοράς.

παρακολούθησης και υποβολής εκθέσεων, ώστε να καταγράφονται οι εκπομπές αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Το 1994, ήταν ήδη παραδεκτό ότι οι αρχικές δεσμεύσεις βάσει της UNFCCC δεν επρόκειτο να επαρκέσουν για να αναχαιτιστεί η παγκόσμια αύξηση των εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου. Στις 11 Δεκεμβρίου 1997, οι κυβερνήσεις προχώρησαν ένα βήμα περισσότερο, εγκρίνοντας πρωτόκολλο της UNFCCC στην ιαπωνική πόλη του Κιότο.

Βασιζόμενο στο πλαίσιο της UNFCCC, το πρωτόκολλο του Κιότο ορίζει νομικά δεσμευτικές οριακές τιμές εκπομπών αερίων του φαινομένου θερμοκηπίου από τις βιομηχανικές χώρες και προβλέπει καινοτόμους μηχανισμούς υλοποίησης **με βάση τη λειτουργία των δυνάμεων της αγοράς**, οι οποίοι αποσκοπούν στη διατήρηση σε χαμηλά επίπεδα του κόστους περιορισμού των εκπομπών.

Συγκεκριμένα σύμφωνα με τις ρυθμίσεις του πρωτοκόλλου, οι βιομηχανικές χώρες υποχρεούνται να μειώσουν τις δικές τους εκπομπές έξι αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, μονοξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες ή υπερφθοράνθρακες και εξαφθοριούχο θείο) κατά 5,2% κατά μέσον όρο σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, κατά τη διάρκεια της πρώτης "περιόδου δέσμευσης", η οποία καλύπτει τα έτη 2008 έως 2012. Για τις αναπτυσσόμενες χώρες δεν καθορίζονται στόχοι ως προς τις εκπομπές.

Προτιμήθηκε ο καθορισμός πενταετούς περιόδου δέσμευσης αντί ενός έτους στόχου για να εξομαλυνθούν οι ετήσιες διακυμάνσεις των εκπομπών αερίων που οφείλονται σε ανεξέλεγκτους παράγοντες, όπως ο καιρός. Το 2005, άρχισαν διεθνείς διαπραγματεύσεις για τον καθορισμό της δεύτερης περιόδου δέσμευσης βάσει του πρωτοκόλλου του Κιότο, μετά το έτος 2012.

Οι δεσμεύσεις καθίστανται νομικά δεσμευτικές ευθύς μόλις το πρωτόκολλο του Κιότο τεθεί σε ισχύ. Σύμφωνα με τους κανόνες έναρξης της ισχύος, απαιτείται να κυρώσουν το πρωτόκολλο τουλάχιστον 55 συμβαλλόμενα μέρη στη σύμβαση UNFCCC, στα

οποία πρέπει να συμπεριλαμβάνονται οι βιομηχανικές χώρες (χώρες του παραρτήματος Ι) οι οποίες ευθύνονταν για το 55% τουλάχιστον των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα το 1990. Μέχρι σήμερα (Ιούλιος 2006), έχουν κυρώσει το πρωτόκολλο του Κιότο 164 χώρες, με αποτέλεσμα να έχει επιτευχθεί το πρώτο όριο. Μεταξύ αυτών, ωστόσο, οι χώρες του παραρτήματος Ι αντιπροσωπεύουν ποσοστό μόλις 44,2% των εκπομπών CO₂¹² (Το μερίδιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης ανέρχεται σε 24,2%).

Τέσσερις χώρες οι παραρτήματος Ι **δεν έχουν ακόμη κυρώσει** το πρωτόκολλο του Κιότο: πρόκειται για την Αυστραλία, το Λιχτενστάιν, το Μονακό και τις Ηνωμένες Πολιτείες. Η Ελλάδα το επικύρωσε τον Απρίλιο του 1998 μαζί με τα υπόλοιπα κράτη – μέλη της Ε.Ε. και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Η Ρωσία (στην οποία αναλογεί το 17% των παγκόσμιων εκπομπών), επικύρωσε το πρωτόκολλο τον Οκτώβριο του 2004 αλλά χωρίς την συμμετοχή των Η.Π.Α (στις οποίες αντιστοιχεί το 25% των παγκόσμιων εκπομπών, αν και κατέχουν το 4% του παγκόσμιου πληθυσμού). Επίσης η Αυστραλία απείχε για οικονομικούς λόγους, ενώ Κίνα και Ινδία εξ αρχής ήταν εκτός πλαισίου της συμφωνίας.

Μετά την έγκριση του πρωτοκόλλου του Κιότο, συνεχίστηκαν οι διαπραγματεύσεις για τις λεπτομέρειες των μηχανισμών που προβλέπει το πρωτόκολλο, καθώς και για τους κανόνες υλοποίησής τους. Οι τελικές διαπραγματεύσεις περατώθηκαν το 2001 με τις συμφωνίες του Marrakech. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) διαδραμάτισε πρωτεύοντα ρόλο στην επιτυχή έκβαση των διαπραγματεύσεων για το πρωτόκολλο του Κιότο, ιδίως έπειτα από την απόσυρση των ΗΠΑ.

Το πρωτόκολλο τέθηκε σε ισχύ την Τετάρτη 16 Φεβρουαρίου 2005, επτά χρόνια αργότερα από την αρχική συμφωνία. Ο λόγος της καθυστέρησης ήταν ότι έπρεπε να επικυρωθεί από τουλάχιστον 55 χώρες, στις οποίες να αντιστοιχεί το 55% της παγκόσμιας εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα.

¹² Βλ. δικτυακό τόπο http://unfccc.int/resource/kpthermo_if.html.

**Ευέλικτοι μηχανισμοί του πρωτοκόλλου του Κιότο με βάση
την οικονομία της αγοράς**

Το πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει **τρεις "ευέλικτους μηχανισμούς"**, οι οποίοι **basίζονται στη λειτουργία της οικονομίας της αγοράς** την εμπορία των εκπομπών, την από κοινού υλοποίηση και τον μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης. Σκοπός των μηχανισμών αυτών είναι να δοθεί στις βιομηχανικές χώρες η δυνατότητα να επιτύχουν τους στόχους τους με την εμπορία δικαιωμάτων εκπομπής μεταξύ τους, αλλά και με την απόκτηση πιστώσεων ως αντάλλαγμα για έργα περιορισμού των εκπομπών που υλοποιούν στο εξωτερικό. Η από κοινού υλοποίηση αναφέρεται σε έργα που εκτελούνται σε χώρες για τις οποίες έχουν επίσης καθοριστεί στόχοι εκπομπών, ενώ ο μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης αναφέρεται σε έργα που εκτελούνται σε αναπτυσσόμενες χώρες, για τις οποίες δεν έχουν καθοριστεί στόχοι.

Το σκεπτικό στο οποίο βασίζονται οι τρεις ανωτέρω μηχανισμοί είναι ότι οι εκπομπές αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου αποτελούν παγκόσμιο πρόβλημα και ότι ο τόπος όπου επιτυγχάνεται ο περιορισμός τους έχει δευτερεύουσα σημασία. Με τον τρόπο αυτό, μπορούν να επέλθουν μειώσεις εκεί όπου το κόστος είναι χαμηλότερο, τουλάχιστον στην πρώτη φάση της καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής. Έχουν συγκροτηθεί αναλυτικοί κανόνες και δομές εποπτείας, ώστε να εξασφαλιστεί ότι δεν γίνεται κατάχρηση των μηχανισμών αυτών.

α) Εμπορία εκπομπών ¹³

Αν και η υλοποίηση των τριών ευέλικτων μηχανισμών σε διεθνή κλίμακα θα καταστεί δυνατή μόνο μετά την έναρξη ισχύος του πρωτοκόλλου του Κιότο, η ΕΕ προχωρεί στο δικό της εσωτερικό σύστημα εμπορίας εκπομπών. Η σχετική πρόταση οδηγίας εγκρίθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο στις 2 Ιουλίου 2003. Το σύστημα της ΕΕ θα αποτελέσει το πρώτο πολυεθνικό σύστημα εμπορίας εκπομπών

¹³ Για την εμπορία εκπομπών γενικότερα γίνεται αναφορά στο επόμενο κεφάλαιο

παγκοσμίως και θεωρείται πρόδρομος του διεθνούς συστήματος εμπορίας εκπομπών κατά το πρωτόκολλο του Κιότο.

Σύμφωνα με το σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ, τα κράτη μέλη της καθορίζουν οριακές τιμές εκπομπών CO₂ από τις επιχειρήσεις έντασης ενέργειας (περίπου 10.000 χαλυβουργεία, σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής, διυλιστήρια πετρελαίου, βιομηχανίες χαρτοποιίας και υαλουργίας και τσιμεντοβιομηχανίες), εκδίδοντας άδειες για τις ποσότητες CO₂ που επιτρέπεται να εκλύουν οι εν λόγω επιχειρήσεις. Οι μειώσεις σε επίπεδα κάτω των οριακών τιμών είναι διαπραγματεύσιμες. **Οι επιχειρήσεις που επιτυγχάνουν μειώσεις μπορούν να τις πωλούν** σε εκείνες που αντιμετωπίζουν δυσχέρειες να παραμείνουν στην τήρηση των οικείων οριακών τιμών ή για τις οποίες το κόστος των μέτρων μείωσης των εκπομπών είναι υπερβολικά υψηλό σε σύγκριση με το κόστος απόκτησης της άδειας. Κάθε επιχείρηση επιτρέπεται επίσης να αυξήσει τις εκπομπές της πάνω από το επίπεδο της άδειας που της έχει χορηγηθεί, αγοράζοντας περισσότερες άδειες από την αγορά.

Το σύστημα αυτό θα παρέχει στις επιχειρήσεις ένα κίνητρο για να περιορίσουν τις εκπομπές εκεί όπου αυτό συνεπάγεται τη μικρότερη δαπάνη, εξασφαλίζοντας έτσι την επίτευξη μειώσεων με το **χαμηλότερο δυνατό κόστος για την οικονομία**, καθώς και την προώθηση της καινοτομίας. Υπολογίζεται ότι στις επιχειρήσεις που καλύπτονται σήμερα από το σύστημα αναλογεί σχεδόν το 50% των συνολικών εκπομπών CO₂ της ΕΕ. Αργότερα, μπορεί να ενταχθούν στο σύστημα και άλλοι κλάδοι, όπως η παραγωγή αλουμινίου, η χημική βιομηχανία και οι μεταφορές. Η ΕΕ έχει επίσης διακηρύξει την πρόθεσή της να συνδέσει το δικό της σύστημα με τα συστήματα εμπορίας άλλων χωρών που έχουν κυρώσει το πρωτόκολλο του Κιότο.

β) Η από κοινού υλοποίηση και ο μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης

Σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κιότο, η από κοινού υλοποίηση (JI) και ο μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης (CDM)

παρέχουν στις βιομηχανικές χώρες τη δυνατότητα να τηρήσουν μέρος των δεσμεύσεών τους που αφορούν τη μείωση των εκπομπών τους, υλοποιώντας έργα μείωσης των εκπομπών στο εξωτερικό και συμψηφίζοντας τις μειώσεις που επιτυγχάνονται με αυτόν τον τρόπο με τις υποχρεώσεις τους.

Με την JI παρέχεται η δυνατότητα υλοποίησης έργων σε άλλες βιομηχανικές χώρες, για τις οποίες το πρωτόκολλο του Κιότο ορίζει στόχους, ενώ ο μηχανισμός CDM καλύπτει χώρες χωρίς στόχους, δηλαδή αναπτυσσόμενες χώρες. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη χορήγηση πιστώσεων έναντι των μειώσεων που επιτυγχάνονται, είναι να αποδίδουν τα έργα πραγματικά, μετρήσιμα και μακροπρόθεσμα οφέλη από την άποψη της αλλαγής του κλίματος. Βασίζόμενη στις προαναφερόμενες ρυθμίσεις και στο σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ, η Επιτροπή ενέκρινε στις 16 Ιουλίου 2003 πρόταση, σύμφωνα με την οποία οι πιστώσεις από την υλοποίηση έργων JI και CDM συνδέονται με το σύστημα εμπορίας των εκπομπών.

Βάσει της πρότασης αυτής, θα επιτρέπεται στις ευρωπαϊκές εταιρείες που καλύπτονται από το σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ, να μετατρέπουν τις πιστώσεις τους από έργα JI και CDM, ώστε να τις χρησιμοποιούν για την τήρηση των δεσμεύσεών τους σύμφωνα με το σύστημα εμπορίας (οι κυβερνήσεις θα επιτρέπεται να χρησιμοποιούν τις πιστώσεις από έργα JI και CDM για την εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους που απορρέουν από το πρωτόκολλο του Κιότο, κατά την πρώτη περίοδο δέσμευσης 2008-2012, υπό τον όρο ότι το πρωτόκολλο θα τεθεί σε ισχύ, βλ. πίνακα 1).

Πίνακας 1: Τάσεις των εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου και στόχοι του πρωτοκόλλου του Κιότο για την περίοδο 2008-2012. Πηγή: ECCP (2003)

ΚΡΑΤΟΣ – ΜΕΛΟΣ	Έτος αναφοράς ¹⁴ (εκατ. τόνοι)	2001 (εκατ. τόνοι)	Μεταβολή 2000-2001 (%)	Μεταβολή έτος αναφοράς-2001 (%)	Στόχοι 2008-12 βάσει του Κυότο και της συμφωνίας επιμερισμού των βαρών της ΕΕ (%)
Αυστρία	78,3	85,9	4,8%	9,6%	-13%
Βέλγιο	141,2	150,2	0,2%	6,3%	-7,5%
Δανία ¹⁵	69,5	69,4	1,8%	-0,2% (-10,7%)	-21%
Φινλανδία	77,2	80,9	7,3%	4,7%	0%
Γαλλία	558,4	560,8	0,5%	0,4%	0%
Γερμανία	1216,2	993,5	1,2%	-18,3%	-21%
Ελλάδα	107	132,2	1,9%	23,5%	25%
Ιρλανδία	53,4	70	2,7%	31,1%	13%
Ιταλία	509,3	545,4	0,3%	7,1%	-6,5%
Λουξεμβούργο	10,9	6,1	1,3%	-44,2%	-28%
Κάτω Χώρες	211,1	219,7	1,3%	4,1%	-6%
Πορτογαλία	61,4	83,8	1,9%	36,4%	27%
Ισπανία	289,9	382,8	-1,1%	32,1%	15%
Σουηδία	72,9	70,5	2,2%	-3,3%	4%
Ηνωμένο Βασίλειο	747,2	657,2	1,3%	-12%	-12,5%
ΕΕ-15	4204	4108,3	1%	-2,3%	-8%

Η αιτιολογία των JI και CDM είναι ανάλογη με εκείνη της εμπορίας των εκπομπών: δεν έχει σημασία πού επιτυγχάνονται οι μειώσεις εκπομπών, καθώς η αλλαγή του κλίματος αποτελεί παγκόσμιο πρόβλημα. Το σημαντικότερο είναι να συντελούνται και μάλιστα με

¹⁴ Έτος αναφοράς για τα CO₂, CH₄ και N₂O είναι το 1990· για τα φθοριούχα αέρια χρησιμοποιείται ως έτος αναφοράς το 1995, το οποίο επιτρέπεται από το πρωτόκολλο του Κιότο. Αυτό συγκεντρώνει την προτίμηση των περισσότερων κρατών μελών.

¹⁵ Για τη Δανία παρέχονται σε παρένθεση τα στοιχεία στα οποία αντικατοπτρίζονται οι προσαρμογές που έγιναν το 1990 για να ληφθούν υπόψη το εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας (εισαγωγές και εξαγωγές) και οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Η Δανία εφαρμόζει αυτή τη μεθοδολογία για να παρακολουθεί την πρόοδο που σημειώνει στην πορεία επίτευξης του εθνικού στόχου της βάσει της συμφωνίας "επιμερισμού των βαρών" της ΕΕ. Στον υπολογισμό του συνόλου των εκπομπών της ΕΕ χρησιμοποιήθηκαν τα μη προσαρμοσμένα στοιχεία για τη Δανία.

τον πιο αποτελεσματικό έναντι του κόστους τρόπο. Υπολογίζεται ότι η διασύνδεση των πιστώσεων από την υλοποίηση έργων με το σύστημα εμπορίας των εκπομπών **θα περιορίσει κατά το ένα τέταρτο περίπου το ετήσιο κόστος συμμόρφωσης** για τις εταιρείες που καλύπτονται από το σύστημα, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται και εταιρείες από τις δέκα νέες χώρες-μέλη. Οι JI και CDM θα επιφέρουν επίσης **μεταφορά περιβαλλοντικά εύρωστης τεχνολογίας** σε χώρες με οικονομίες που διέρχονται μεταβατική φάση (JI), αλλά και στις αναπτυσσόμενες χώρες (CDM), γεγονός που θα τις βοηθήσει να ακολουθήσουν αειφόρο αναπτυξιακή πορεία.

Στην πρόταση της Επιτροπής λαμβάνεται υπόψη η υποχρέωση των συμβαλλομένων μερών στο πρωτόκολλο του Κιότο να επιτύχουν σημαντικό μέρος των κατά το πρωτόκολλο στόχων τους με τη μείωση των εκπομπών στην Ευρωπαϊκή Ένωση, έτσι ώστε η χρήση των ευέλικτων μηχανισμών του Κιότο να συμπληρώνει τις προσπάθειες που καταβάλλονται στο εσωτερικό των χωρών. Για το λόγο αυτό, η πρόταση προβλέπει διαδικασία επανεξέτασης, μόλις ενταχθούν στο σύστημα εμπορίας των εκπομπών πιστώσεις από έργα JI και CDM ισοδύναμες με το 6% της συνολικής ποσότητας των αδειών που θα έχουν εκδοθεί για την περίοδο εμπορίας 2008-2012. Εάν και όταν κινηθεί η διαδικασία αυτή, θα εξεταστεί το ενδεχόμενο επιβολής ορίων στις πιστώσεις που θα επιτρέπεται να μετατραπούν κατά το υπόλοιπο διάστημα της περιόδου εμπορίας. Η πρόταση εξαιρεί τα πυρηνικά έργα σύμφωνα με τους κανόνες του πρωτοκόλλου του Κιότο, καθώς και τους υποδοχείς διοξειδίου του άνθρακα. Οι υποδοχείς διοξειδίου του άνθρακα - δενδροφύτευση για τη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα - αποτελούν επίμαχο ζήτημα στο επίπεδο του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, επειδή δεν οδηγούν σε μεταφορά τεχνολογίας, είναι εγγενώς προσωρινοί και αναστρέψιμοι και επειδή εξακολουθεί να επικρατεί αβεβαιότητα ως προς τις επιδράσεις της εξάλειψης εκπομπών από αυτούς.

ii) Κανονισμός EMAS και πρότυπο ISO

Τα Συστήματα Περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι μια μεθοδολογία συστηματοποίησης των διεργασιών μιας επιχείρησης, με σκοπό τη βελτίωση των περιβαλλοντικών και οικονομικών της επιδόσεων. Τα δύο παγκοσμίως κυρίαρχα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης είναι το πρότυπο ISO 14001 (International Organization of Standardization) και ο κανονισμός EMAS (Eco-Management and Audit Scheme)¹⁶. Οι διαφορές τους παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

ISO 14001	EMAS
Παγκόσμια αναγνώριση.	Αναγνώριση μόνο στην Ε.Ε.
Δεν απαιτεί την καταγραφή των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των σχετικών με την επιχείρηση νομοθετημάτων.	Απαιτεί την καταγραφή των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των σχετικών με την επιχείρηση νομοθετημάτων.
Επίσης έλεγχος συμμόρφωσης του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης.	Καθορισμός της περιόδου επανελέγχου από τους επιθεωρητές περιβάλλοντος το ελάχιστο κάθε 3 χρόνια.
Δεν απαιτεί περιβαλλοντική δήλωση.	Δεν απαιτεί περιβαλλοντική δήλωση.
Η περιβαλλοντική πολιτική του οργανισμού είναι ανακοινώσιμη στο κοινό.	Η περιβαλλοντική πολιτική πρέπει να δημοσιεύεται μεταξύ άλλων και στα πλαίσια της περιβαλλοντικής δήλωσης.
Λιγότερες απαιτήσεις	Περισσότερες απαιτήσεις, πλήρως.

Πίνακας 2 : Διαφορές ISO 14001 και EMAS. Πηγή: Αναπτυξιακή Εταιρεία Κρήτης

Αναλυτικότερα:

α) Το σύστημα οικολογικής διαχείρισης και ελέγχου (EMAS)

Το Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης & Ελέγχου (ο κανονισμός EMAS) έχει ως στόχο να προαγάγει τη συνεχή βελτίωση των επιδόσεων σε θέματα περιβάλλοντος. Είναι ένα σύστημα που επιτρέπει σε επιχειρήσεις να αναλάβουν σε εθελοντική βάση τη δέσμευση να αξιολογηθούν και να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους σε θέματα περιβάλλοντος. Το σύστημα άρχισε να λειτουργεί τον Απρίλιο του 1995 και αναθεωρήθηκε το 2001. Το EMAS είναι εφαρμόσιμο σε κάθε επιχείρηση του δημοσίου ή ιδιωτικού τομέα που αναλαμβάνει τη δέσμευση να βελτιώσει την περιβαλλοντική του επίδοση. Οι βασικοί στόχοι του EMAS είναι η βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης, η επίδειξη συμμόρφωσης με την περιβαλλοντική νομοθεσία, και η

¹⁶Ρομπογιαννάκης Γιάννης, Αναπτυξιακή Κρήτης. Υπεύθυνος δράσεων τουρισμού και διασφάλισης ποιότητας.

γνωστοποίηση των περιβαλλοντικών επιτευγμάτων μιας επιχείρησης στο ευρύτερο κοινό. Το EMAS είναι εθελοντική διαδικασία και δικαίωμα συμμετοχής έχει οποιοσδήποτε οργανισμός θέλει να βελτιώσει την συνολική περιβαλλοντική του επίδοση.



Βήματα εφαρμογής του EMAS:

1. Περιβαλλοντική Πολιτική

Καθορισμός της περιβαλλοντικής πολιτικής της επιχείρησης. Η πολιτική αυτή είναι αναγκαίο να γίνεται γραπτώς, να υιοθετείται από το ανώτατο διοικητικό επίπεδο, να επανεξετάζεται περιοδικά και να αναθεωρείται και να είναι διαθέσιμη στο κοινό.

2. Περιβαλλοντική Ανάλυση

Καθορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του οργανισμού. Η ανάλυση πρέπει να παρέχει μια εποπτική εικόνα της κατανάλωσης των πόρων του οργανισμού, των απορρίψεων του στα ύδατα και εκπομπών στην ατμόσφαιρα, και της παραγωγής αποβλήτων. Ο κανονισμός EMAS απαιτεί η ανάλυση να παράγει δύο αποτελέσματα.

- ✓ Καθορισμός και καταγραφή των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- ✓ Καθορισμός και καταγραφή των νομοθετικών, ρυθμιστικών και άλλων απαιτήσεων που περιλαμβάνονται στην πολιτική.

3. Περιβαλλοντικοί στόχοι και πρόγραμμα

Το τμήμα αυτό αποτελεί τον καθορισμό, με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης του προγράμματος το οποίο να καθορίζει τι πρέπει να περιλαμβάνει η περιβαλλοντική πολιτική της επιχείρησης.

4. Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης

Το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ΣΠΔ) κατανέμει ευθύνες και αρμοδιότητες και περιγράφει τα καθημερινά περιβαλλοντικά καθήκοντα. Με βάση το ΣΠΔ όλο το προσωπικό γνωρίζει τις καθημερινές του ατομικές υποχρεώσεις.

5. Περιβαλλοντικός Έλεγχος

Ο περιβαλλοντικός έλεγχος ελέγχει αν το σύστημα διαχείρισης που εφαρμόζεται λειτουργεί στο σύνολο του. Η διαδικασία ελέγχου εφαρμόζεται με ελέγχους αρχείων, γραπτών διαδικασιών, με επιθεωρήσεις

των συνθηκών εργασίας και του εξοπλισμού και με συζητήσεις με το προσωπικό που ασχολείται με το συγκεκριμένο χώρο δραστηριοτήτων.

6. Περιβαλλοντική Δήλωση

Η απαίτηση αυτή αφορά την προετοιμασία από μέρους της επιχείρησης μιας δημόσιας περιβαλλοντικής δήλωσης που να αφορά στην περιβαλλοντική εργασία τους, συμπεριλαμβανομένων της πολιτικής, των αντικειμενικών σκοπών και του συστήματος διαχείρισης. Η δήλωση αυτή μπορεί να διανεμηθεί στους πελάτες και σε κάθε άλλο ενδιαφερόμενο.

7. Περιβαλλοντική Επικύρωση και Καταγραφή

Επικύρωση του συστήματος από ένα διαπιστευμένο περιβαλλοντικό επιθεωρητή. Ο επιθεωρητής εξετάζει και εγκρίνει τη συμμόρφωση του χώρου δραστηριοτήτων της επιχείρησης με τις απαιτήσεις του προτύπου, την επάρκεια και την αξιοπιστία των δεδομένων και των πληροφοριών που περιλαμβάνει η περιβαλλοντική δήλωση. Με την επιτυχή επιθεώρηση η επιχείρηση έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιεί το λογότυπο του EMAS στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- ✓ Σε επικυρωμένες περιβαλλοντικές δηλώσεις
- ✓ Σε επιστολόχαρτα
- ✓ Σε πληροφοριακό υλικό - ενημερωτικά φυλλάδια (σε συνδυασμό με περιβαλλοντικές πληροφορίες) που συνδέονται με δραστηριότητες, προϊόντα και υπηρεσίες με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες περιλαμβάνονται στην περιβαλλοντική δήλωση, και το λογότυπο συνοδεύεται από τις λέξεις "επικυρωμένες πληροφορίες".

β) Το πρότυπο ISO 14001

Η σειρά προτύπων ISO 14000 εκδόθηκε το 1996 από το Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης διαβλέποντας τις ανάγκες της αγοράς για θέματα διασφάλισης της ποιότητας του περιβάλλοντος. Από αυτά το πρότυπο ISO 14001 αποτελεί μοντέλο για ένα Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης που μπορεί να αξιολογηθεί και να πιστοποιηθεί από διαπιστευμένους φορείς πιστοποίησης. Σύμφωνα με το πρότυπο εντοπίζονται οι διαδικασίες της εταιρείας που επιβαρύνουν το περιβάλλον, καθορίζονται οι στόχοι που οδηγούν στην μείωση των

περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ποσοτικοποιούνται και ορίζονται οι απαραίτητες διαδικασίες των οποίων η διαρκής εφαρμογή εξασφαλίζει την επίτευξη τους. Ελέγχονται, ώστε να επιτυγχάνεται η ικανοποιητική εφαρμογή τους και αν χρειαστεί, γίνονται οι κατάλληλες διορθωτικές κινήσεις. Παράλληλα καταγράφονται οι αρμοδιότητες του προσωπικού που εκτελεί αυτές τις διαδικασίες, το οποίο και εκπαιδεύεται κατάλληλα. Το 2000 το διοικητικό συμβούλιο του ISO ίδρυσε την **«Ομάδα Αλλαγής Κλίματος» (AHGCC)**, με σκοπό την ανάπτυξη μιας ευρείας στρατηγικής για την αλλαγή του κλίματος. Η Ομάδα αυτή έχει προσδιορίσει περιοχές στις οποίες η ανάπτυξη και η χρήση του προτύπου ISO, μπορεί να βοηθήσει στην εφαρμογή του πρωτοκόλλου του Κιότο.



Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να περιγράψουμε μια ενδεικτική μεθοδολογία υλοποίησης ενός ΣΠΔ με βάση το πρότυπο 14001 το οποίο περιλαμβάνει και την ταυτόχρονη ανάπτυξη του προτύπου ISO 9001:2000. Η ταυτόχρονη ανάπτυξη συστημάτων διαχείρισης ποιότητας είναι η περισσότερο ενδεδειγμένη διαδικασία καθώς μπορεί να οδηγήσει σε μείωση τόσο του κόστους όσο και της φόρτου ανάπτυξης των επιμέρους διαχειριστικών συστημάτων.

ΦΑΣΗ 1 → Σχεδίαση Συστήματος

Η φάση αυτή περιλαμβάνει τις ακόλουθες βασικές ενέργειες: α) διάγνωση υφιστάμενης κατάστασης και β) καθορισμός διαχειριστικού συστήματος.

ΦΑΣΗ 2 → Ανάπτυξη Διαχειριστικού Συστήματος

Η φάση αυτή περιλαμβάνει τις ακόλουθες βασικές ενέργειες: α) καθορισμός στόχων και διεργασιών και β) αρχική έκδοση εγχειριδίου διαδικασιών.

ΦΑΣΗ 3 → Εφαρμογή Ενιαίου Διαχειριστικού Συστήματος

Η φάση αυτή περιλαμβάνει τις ακόλουθες ενέργειες: α) τελική έκδοση εγχειριδίων διαδικασιών / οδηγιών εργασίας και ελέγχου β)

έκδοση εγχειριδίου διαχειριστικού συστήματος γ) εσωτερικοί έλεγχοι διαχειριστικού συστήματος δ) ανασκόπηση διαχειριστικού συστήματος και δ) ενημέρωση και εκπαίδευση του προσωπικού.

Οφέλη εφαρμογής Σ.Π.Δ.

Γενικότερα, υπάρχουν πολλοί τομείς στους οποίους υπάρχουν οφέλη από την εφαρμογή ενός ΣΠΔ, για έναν οργανισμό ή μία επιχείρηση, σύμφωνα με τον Κανονισμό EMAS ή το ISO 14001. Στον τομέα των ασφαλειών, υπάρχει δυνατότητα εξασφάλισης χαμηλότερων ασφαλίσεων, λόγω της εφαρμογής προληπτικών μέτρων. Στην παραγωγή υπάρχει η δυνατότητα μείωσης των δαπανών, λόγω της ορθολογικής διαχείρισης των πόρων και της εξοικονόμησης ενέργειας. Η κοινή γνώμη και οι πελάτες αποκτούν μία θετική εικόνα της επιχείρησης, η οποία κάνει χρήση του λογότυπου του EMAS ή εφαρμόζει το ISO. Επιπλέον, υπάρχουν αρκετά νομικά πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή ΣΠΔ , που βοηθούν στην αποφυγή ποινικών και αστικών συνεπειών, αφού υπάρχει μία τεκμηρίωση της τήρησης των θεσμοθετημένων προδιαγραφών όσον αφορά τις περιβαλλοντικές εκροές. Επιπλέον, δημιουργείται μια καλύτερη σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ του οργανισμού και των τοπικών αρχών , που βοηθά στις ταχύτερες διαδικασίες εγκρίσεων αιτημάτων της επιχείρησης.

Επιπρόσθετα, υπάρχουν οφέλη και στο εσωτερικό της επιχείρησης, κυρίως, στον οργανωτικό τομέα. Υπάρχει η δυνατότητα αξιολόγησης της υπάρχουσας κατάστασης, κάτι που πριν ίσως να μην ήταν εφικτό. Η επιχείρηση έχει τη δυνατότητα να ξεκαθαρίσει τους περιβαλλοντικούς της, αλλά και τους επιχειρηματικούς της στόχους. Δημιουργείται μία αυξημένη περιβαλλοντική συνείδηση στους εργαζόμενους στον οργανισμό και παράλληλα μειώνεται ο κίνδυνος πρόκλησης ατυχημάτων πάνω στην εργασία.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή ενός ΣΠΔ από μια επιχείρηση δημιουργεί πολλά πλεονεκτήματα στην αγορά που κινείται αυτός, γιατί η εφαρμογή αυτού αποτελεί ένα μεγάλο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, αλλά

και στο περιβάλλον, αφού συμβάλλει στη συνεχή βελτίωση της προστασίας αυτού.

Κόστη εφαρμογής Σ.Π.Δ.

Τα πιθανά κόστη εφαρμογής ενός ΣΠΔ από μια επιχείρηση είναι:

- ❖ Κόστος επένδυσης και υποδομών.
- ❖ Κόστος εξωτερικών συμβούλων – πρόσληψη εξειδικευμένου προσωπικού που θα κάνει την προετοιμασία για την εφαρμογή.
- ❖ Κόστος εκπαίδευσης προσωπικού.
- ❖ Κόστος υπεύθυνου περιβαλλοντικής διαχείρισης επιχείρησης (εσωτερικός επιθεωρητής).
- ❖ Κόστος μελέτης.
- ❖ Μικρό κόστος δημοσιοποίησης.
- ❖ Μεγαλύτερο φορτίο εργασίας - επιπλέον εργατοώρες.

Είναι προφανές ότι το συνολικό κόστος δεν είναι το ίδιο για κάθε επιχείρηση. Αυτό εξαρτάται από το μέγεθος της επιχείρησης (εργαζόμενοι-υποδομές), καθώς και από την προϋπάρχουσα εμπειρία που υπάρχει πάνω στην εφαρμογή ΣΠΔ.

iii) Clean Air for Europe (C.A.F.E. programme)

Υιοθετημένο από το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο τον Ιούλιο του 2002 το έκτο ευρωπαϊκό περιβαλλοντολογικό πρόγραμμα δράσης 6EAP (Sixth Environmental Action Programme) καθιστά στόχους για την ποιότητα του αέρα με σκοπό να διασφαλίσει την ανθρώπινη υγεία και την ισορροπία του περιβάλλοντος. Το πρόγραμμα CAFE (Clean Air for Europe) άρχισε από την Commission το 2001 με στόχο να επαναλάβει τις ήδη υπάρχουσες πολιτικές για την ποιότητα του αέρα και να εκτιμήσει την πρόοδο σχετικά με τους μακροπρόθεσμους στόχους του 6EAP.

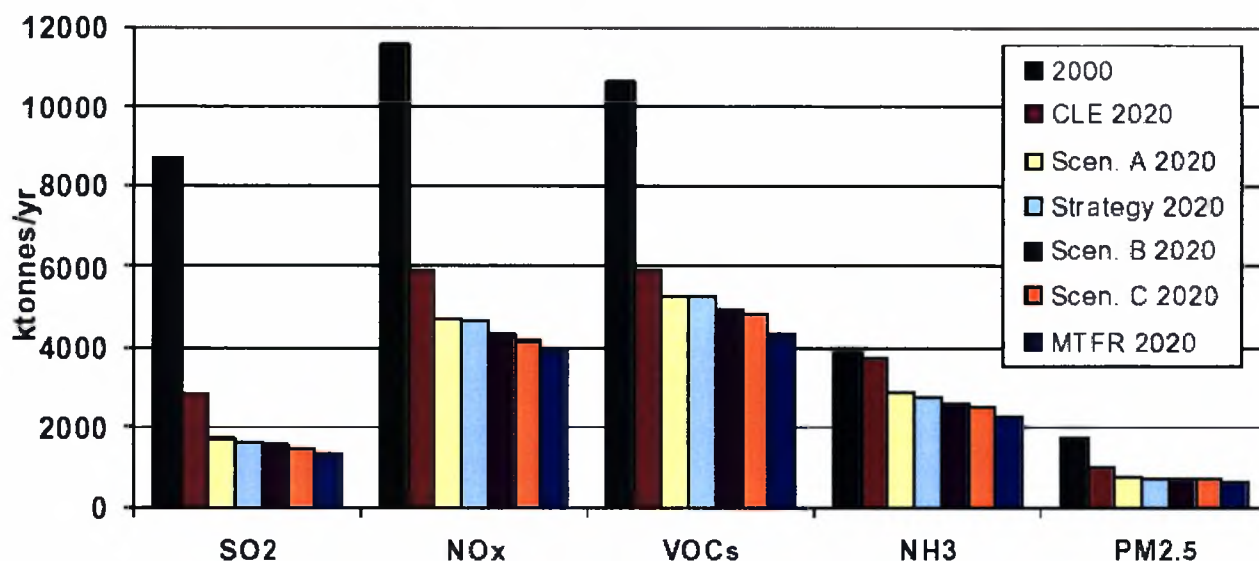
Το CAFE πρόγραμμα αναφέρεται στις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον εξ' αιτίας των ευγενών μορίων (PM), της όξινης βροχής, του ευτροφισμού...Παρέχει την ανάλυση για τη θεματική

στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσον αφορά στη μόλυνση του αέρα, η οποία υιοθετήθηκε από την commission το Σεπτέμβριο του 2005. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει:

- Συλλογή και ανάπτυξη επιστημονικού υλικού για τις επιπτώσεις της μόλυνσης του αέρα, καταγραφές της ποιότητας του αέρα, μελέτες κόστους – αποτελεσματικότητας και εκτιμήσεις μοντέλων.
- Ενίσχυση της συμμόρφωσης στην ισχύουσα νομοθεσία και επανάληψη της αποτελεσματικότητάς της ειδικά όσον αφορά σε ντιρεκτίβες της ποιότητας αέρα και όρια εθνικών εκπομπών καθώς επίσης και νέες προτάσεις για μέτρα μείωσης των εκπομπών.
- Καθορισμό σε τακτά χρονικά διαστήματα μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής για να προσδιοριστούν οι μελλοντικοί στόχοι και καθορισμό μέτρων κόστους – αποτελεσματικότητας για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι.
- Διάδοση των πληροφοριών που προκύπτουν από το πρόγραμμα¹⁷.

Για να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα των ήδη υπάρχοντων πολιτικών για την ποιότητα του αέρα το CAFE δημιούργησε το λεγόμενο **«baseline scenario»** το οποίο αντικατοπτρίζει την ήδη υπάρχουσα νομοθεσία και δείχνει τα αναμενόμενα επίπεδα εκπομπών ρυπαντών μέχρι το 2020. Το baseline scenario δίνει την ευρωπαϊκή εικόνα για την ανάπτυξη της ενέργειας συμπεριλαμβανομένων και των συγκεκριμένων μέτρων που χρειάζονται για την εκπλήρωση του πρωτοκόλλου του Κιότο. Σύμφωνα με αυτό το ενεργειακό σενάριο και υποθέτοντας την πλήρη συμμόρφωση στην υπάρχουσα νομοθεσία για την ποιότητα του αέρα οι εκπομπές SO₂ στην Ευρώπη των 25 θα μειωθούν κατά τα 2/3 μέχρι το 2020 συγκρινόμενες με τα επίπεδα του 2000. Οι εκπομπές των NO_x, των VOCs (πιτητικών οργανικών συνθετικών) και των PM_{2,5} (ευγενών μορίων) θα μειωθούν περίπου στο ήμισυ ενώ αυτές της NH₃ θα μείνουν σχεδόν οι ίδιες μέχρι το 2020. (βλ διάγραμμα 6)

¹⁷ Περισσότερες πληροφορίες για το πρόγραμμα CAFE υπάρχουν στην ιστοσελίδα της commission για το περιβάλλον: Europa.eu.int/comm./environment/air/cafe/index.htm



Διάγραμμα 6: Οι εκπομπές στην EU-25 των SO₂, NO_x, VOCs, NH₃ και PM_{2.5} στο έτος βάσης 2000 και έξι σενάρια για το 2020. Το CLE είναι το baseline scenario. Πηγή: www.acidrain.org

Οι συγκεντρώσεις και οι εναποθέσεις των ρυπαντών επηρεάζονται ακόμη από τις **εκπομπές που προέρχονται από τη διεθνή ναυτιλία** στις θάλασσες που περιβάλλουν την Ευρώπη. Σε αντίθεση με τη μείωση των εκπομπών όσον αφορά στις δραστηριότητες της ξηράς οι εκπομπές που προέρχονται από τη ναυτιλία αναμένεται να συνεχίσουν να αυξάνονται. Συγκεκριμένα οι εκπομπές SO₂ από τα πλοία αναμένεται να αυξηθούν κατά περίπου 42% το 2020 και οι εκπομπές NO_x κατά τα 2/3. Το 2020 οι εκπομπές από τη διεθνή ναυτιλία γύρω από την Ευρώπη θα έχουν ξεπεράσει τις εκπομπές που προέρχονται από τις δραστηριότητες της ξηράς από τα 25 κράτη μέλη αθροιστικά.

Για να εκτιμηθεί η δυνατότητα μείωσης εκπομπών χρησιμοποιώντας τα ήδη διαθέσιμα τεχνικά μέτρα μείωσης δημιουργήθηκε το μέγιστης τεχνικής δυνατότητας μείωσης εκπομπών σενάριο **MTRF (maximum technically feasible reductions scenario)**. Όπως καταδεικνύεται και από το όνομα το MTRF δεν περιλαμβάνει δομικά μέτρα μείωσης των εκπομπών όπως αλλαγή της χρησιμοποιούμενης ενέργειας και βελτίωση της ενεργειακής αποτελεσματικότητας. Αυτό το σενάριο θα είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση των εκπομπών SO₂ κατά 85% ενώ και οι εκπομπές NO_x, VOCs και PM_{2.5} θα μειωθούν μεταξύ 60 και 70%. Οι εκπομπές NH₃ θα μειωθούν και

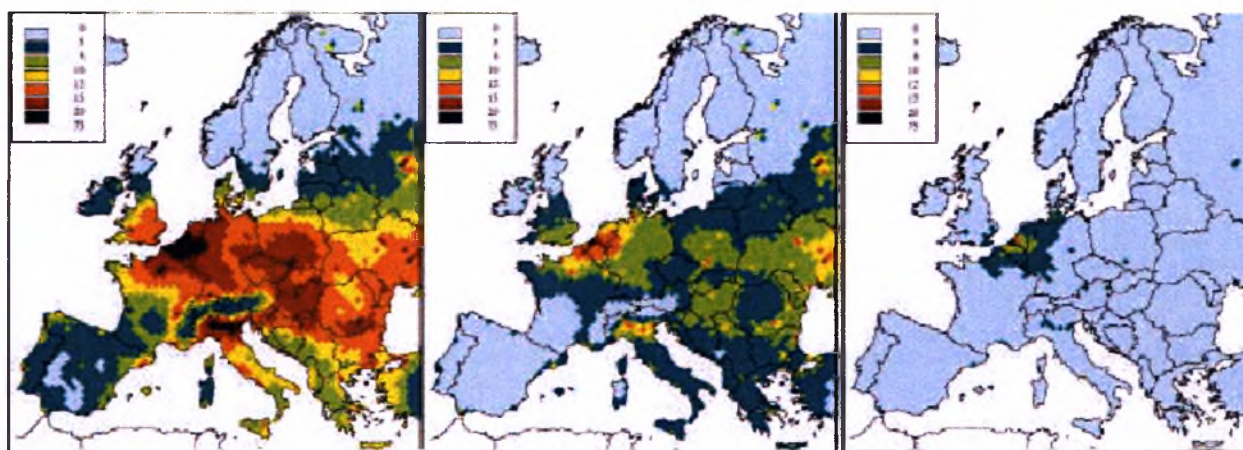
αυτές κατά 40%. (βλ. διάγραμμα 6). Το MTRF σενάριο έχει επικριθεί για το γεγονός ότι δεν έχουν συνυπολογιστεί όλες οι δυνατές πιθανότητες μείωσης των εκπομπών το οποίο σημαίνει ότι η δυνατότητα μείωσης των εκπομπών έχει υποεκτιμηθεί.

Παράλληλα με τη δημιουργία του CLE και του MTRF σεναρίου έγινε και μια σειρά άλλων σεναρίων με σκοπό να επιτευχθούν και κάποιοι ενδιάμεσοι περιβαλλοντικοί στόχοι με διάφορα επίπεδα φιλοδοξιών. Για πρακτικούς λόγους η ανάλυση περιορίστηκε σε μια σειρά επιπέδων εκπομπών μεταξύ του CLE και του MTRF σεναρίου. Τα τρία τελικά σενάρια πολιτικής αντιπροσωπεύουν ένα χαμηλό **(A)**, ένα μεσαίο **(B)** και ένα υψηλό επίπεδο φιλοδοξίας **(C)**. Εκτός από στοιχεία εκπομπών για πέντε ρυπαντές για κάθε χώρα (SO₂, NO_x, VOCs, NH₃ και PM_{2,5}) η ανάλυση περιλαμβάνει εκτιμήσεις για τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον για κάθε χώρα μέλος όπως και εκτιμήσεις κόστους – οφέλους που σχετίζονται με τις επιπρόσθετες μειώσεις εκπομπών. (βλ. παράρτημα πίνακα 1 και πίνακα 2)

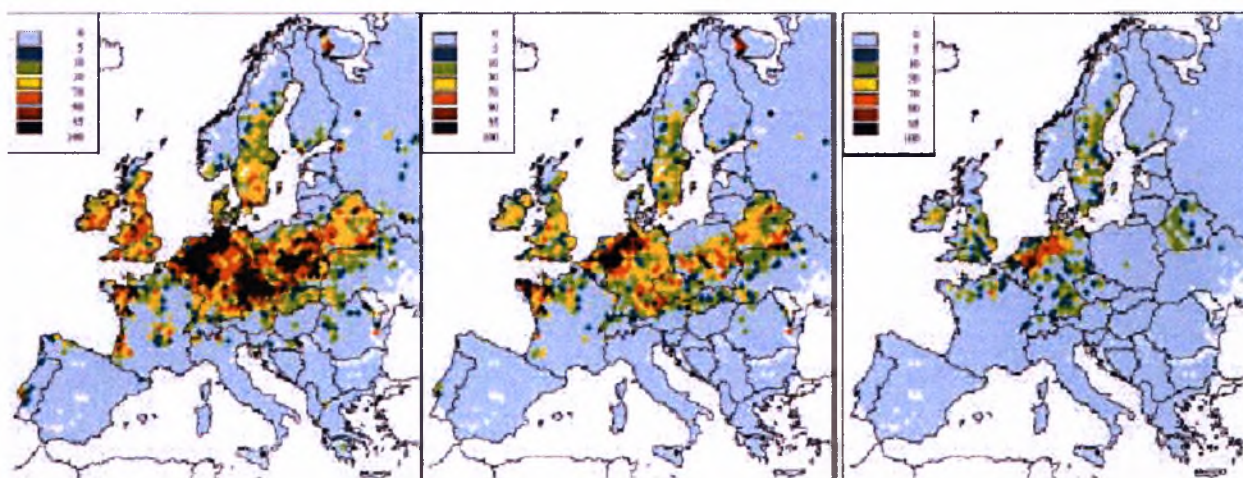
Για το PM_{2,5} έχει παρατηρηθεί ότι επηρεάζει **την αναμενόμενη διάρκεια ζωής**¹⁸. Χρησιμοποιώντας τα επίπεδα ρύπανσης του 2000 έχει υπολογιστεί ότι το PM_{2,5} επιφέρει μείωση της αναμενόμενης διάρκειας ζωής κατά μέσο όρο πάνω από 8 μήνες στην ΕΥ, το οποίο αντιστοιχεί σε 3,6 εκατ. χρόνια ζωής χαμένα ετησίως. Με την υπάρχουσα νομοθεσία μπορεί να επιτευχθεί μείωση σε 5,5 μήνες ή αντίστοιχα σε 2,5 εκατ. χρόνια ζωής. (βλ. χάρτη 3)

Όσον αφορά στην όξινη απόθεση το 2000 περίπου το 21% των δασικών περιοχών της Ευρώπης βρισκόταν πάνω από τα όρια. Αυτό τα ποσοστό έχει υπολογιστεί ότι θα μειωθεί μέχρι το 2020 και θα φτάσει περίπου το 10%. (βλ. χάρτη 4)

¹⁸ Η εκτίμηση έγινε βάση του υπολογιστικού μοντέλου «RAINS» για ολοκληρωμένες εκτιμήσεις. Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτοί οι υπολογισμοί δεν περιλαμβάνουν δευτερεύοντα οργανικά προωθητικά υγρά και αναφέρονται μόνο στις επιπτώσεις στον πληθυσμό ηλικίας 30 ετών και άνω και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την υποεκτίμηση των συνολικών επιπτώσεων.



Χάρτης 3: Η μείωση στην αναμενόμενη διάρκεια ζωής που αποδίδεται σε ανθρωπογενείς παράγοντες που σχετίζονται με το $PM_{2.5}$. Αριστερά ο χάρτης αναφέρεται στα επίπεδα εκπομπών του 2000, στο κέντρο του 2020 αν υιοθετηθεί το baseline scenario και δεξιά αν υιοθετηθεί το MTRF. Πηγή: www.acidrain.org



Χάρτης 4: Ποσοστά των δασικών περιοχών που δέχονται όξινη εναπόθεση μεγαλύτερη από τα όρια. Αριστερά ο χάρτης αναφέρεται στα επίπεδα του 2000, στο κέντρο του 2020 αν υιοθετηθεί το baseline scenario και δεξιά αν υιοθετηθεί το MTRF. Πηγή: www.acidrain.org

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται συνοπτικά οι επιπτώσεις των διαφόρων σεναρίων του προγράμματος CAFE στην ανθρώπινη υγεία και στην προστασία του περιβάλλοντος. Είναι εμφανές ότι οι στόχοι που έχουν τεθεί από το 6ΕΑΡ δε θα έχουν επιτευχθεί μέχρι το 2020 ακόμη και με αποτελεσματική συμμόρφωση στην ήδη υπάρχουσα νομοθεσία. Για την Ευρωπαϊκή Ένωση στο σύνολό της το επιπρόσθετο ετήσιο κόστος για τα 3 σενάρια κυμαίνεται μεταξύ 6 και 15 δις € για το 2020, δηλαδή σχεδόν 13-33€ κατ' άτομο. Τα ετήσια κόστη θα μπορούσαν να

συγκριθούν με το ετήσιο όφελος υγείας εκφρασμένο σε χρηματικές μονάδες το οποίο κυμαίνεται μεταξύ 37 και 160 δις € για το 2020, δηλαδή σχεδόν 83-359€ κατ' άτομο. (βλ. διάγραμμα 7)

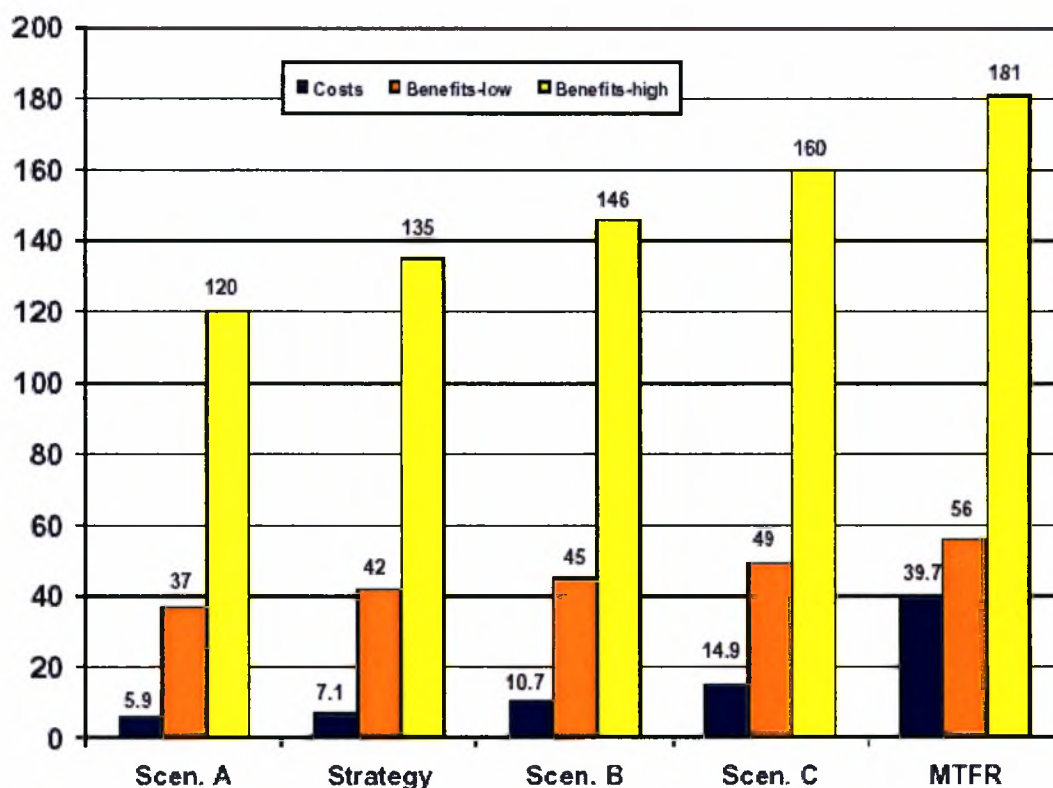
Πίνακας 3: Συνοπτική παρουσίαση της ανάλυσης του προγράμματος CAFE. Παρουσιάζονται τα ετήσια κόστη και οφέλη για το 2020. Πηγή: Swedish NGO Secretariat on Acid Rain, Göteborg, Sweden

	Cost of reduction (euro bn)	Human health			Natural environment (km ²)		
		Life years lost due to PM _{2.5} (million)	Premature deaths due to PM _{2.5} and O ₃	Monetised health benefits (euro bn)	Acidification (forest area exceeded)	Eutrophication (ecosystem area exceeded)	Ozone (forest area exceeded)
2000	-	3.62	370.000	-	243.000	733.000	827.000
Baseline 2020	-	2.47	293.000	-	119.000	590.000	764.000
Scen. A 2020	5.9	1.97	237.000	37-120	67.000	426.000	699.000
Strategy 2020	7.1	1.91	230.000	42-135	63.000	416.000	699.000
Scen. B 2020	10.7	1.87	225.000	45-146	59.000	375.000	671.000
Scen. C 2020	14.9	1.81	219.000	49-160	55.000	347.000	652.000
MTFR 2020	39.7	1.72	208.000	56-181	36.000	193.000	381.000

Η θεματική στρατηγική της commission

Ακολουθώντας την ανάλυση του προγράμματος CAFE για τα διάφορα σενάρια η commission υιοθέτησε το Σεπτέμβριο του 2005 τη θεματική στρατηγική της για τη μόλυνση του αέρα. Ο στόχος της commission εμφανίζεται στον πίνακα 3 στον οποίο εμφανίζονται επίσης τα κόστη και τα οφέλη της στρατηγικής. Όταν συγκρίνονται με τα σενάρια του προγράμματος CAFE φαίνεται ότι ο στόχος της commission είναι μεταξύ του σεναρίου A και του σεναρίου B. Αν και αυτό καταδεικνύει κάποια σχετική βελτίωση είναι προφανές ότι σημαντικό τμήμα της μόλυνσης θα συνεχίσει να υφίσταται το 2020. Τα επίπεδα μείωσης που απαιτούνται για να επιτευχθεί ο στόχος εμφανίζονται στο διάγραμμα 6. Τα κόστη για τα A, B, C σενάρια εκτιμήθηκαν περίπου 0,04, 0,08 και 0,12% του Ευρωπαϊκού Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος το 2020. Η επίπτωση στον τομέα της εργασίας είναι αμελητέα και η ανταγωνιστικότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε σχέση με άλλες

βιομηχανοποιημένες χώρες όπως οι Η.Π.Α. και η Ιαπωνία δεν επηρεάστηκε¹⁹.



Διάγραμμα 7: Σύγκριση του εκτιμηθέντος ετήσιου κόστους και οφέλους υγείας εκφρασμένου σε χρηματικές μονάδες το 2020 (δισ ευρώ). Πηγή: Swedish NGO Secretariat on Acid Rain, Göteborg, Sweden

Υπερεκτιμημένα κόστη και υποεκτιμημένα οφέλη

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που οδήγησαν στην υπερεκτίμηση του κόστους στα διάφορα σενάρια του προγράμματος CAFE.

✓ Οι εκτιμήσεις του επιπρόσθετου κόστους ήταν βασισμένες σε εφαρμογές τεχνικών μεθόδων μείωσης της ρύπανσης και δεν συμπεριλήφθηκαν τα δομικά μέσα όπως η αύξηση της αποτελεσματικότητας της ενέργειας, η μεγαλύτερη χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας και αλλαγών στους τομείς μεταφορών και γεωργίας. Αυτά τα μέτρα θα μπορούσαν να μειώσουν τις εκπομπές σε μεγαλύτερο βαθμό και σε μικρότερο κόστος σε σχέση με τη χρήση μόνο τεχνικών μέσων.

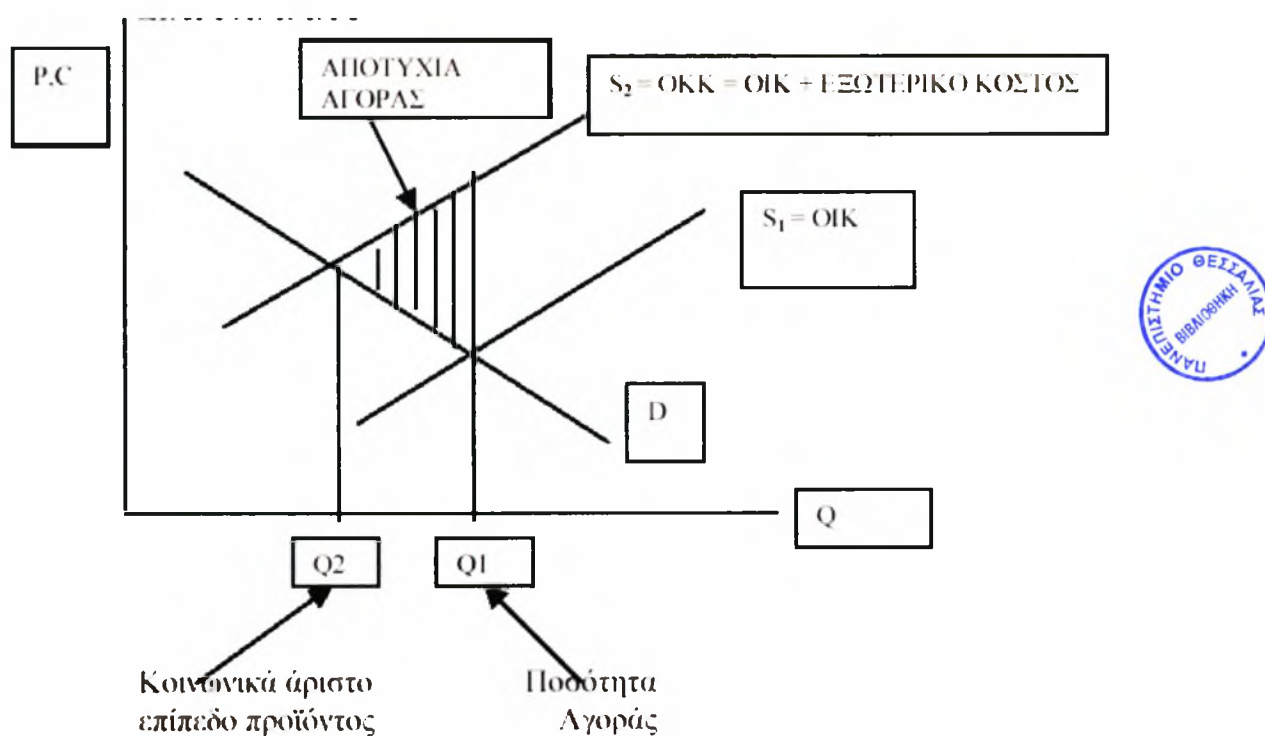
¹⁹ Πρέπει να σημειωθεί ότι οι θετικές επιπτώσεις της μειωμένης θνησιμότητας και του καλύτερου επιπέδου ανθρώπινης υγείας δεν έχουν ληφθεί υπ' όψη σε αυτή την ανάλυση.

- ✓ Η επίδοση των τεχνικών μέσων μείωσης βασίστηκε στην υπάρχουσα κατάσταση. Για παράδειγμα οι τεχνικές βελτιώσεις δεν έχουν συμπεριληφθεί.
- ✓ Το baseline σενάριο δεν συμπεριλαμβάνει την προσαρμογή σε κάποιες σημαντικές ντιρεκτίβες για τη μόλυνση του αέρα όπως τα εθνικά όρια εκπομπών ρύπων. Ομοίως όσον αφορά στον αγροτικό τομέα οι επιπτώσεις της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής και οι ντιρεκτίβες για τα νιτρικά άλατα και της IPCC δεν έχουν ληφθεί υπ' όψιν.
- ✓ Στο χρησιμοποιούμενο σενάριο ενέργειας έχει υποτεθεί μείωση των εκπομπών CO₂ μόνο κατά 3,6% μεταξύ των ετών 1990 και 2020, πράγμα το οποίο έρχεται σε αντίθεση με τη δέσμευση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το Μάρτιο του 2005 συμφωνήθηκε στην ΕU η μείωση των αερίων θερμοκηπίου κατά 15-30% μέχρι το 2020. Τα μέτρα που στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών CO₂ θα μειώσουν επίσης τις εκπομπές SO₂, NO_x και PM_{2,5} και χρησιμοποιώντας έτσι ένα σενάριο ενέργειας «χαμηλότερου CO₂» θα μειώνονταν επίσης τα επιπρόσθετα κόστη μείωσης εκπομπών.

Αυτοί οι παράγοντες είναι πολλοί σημαντικοί καθώς συντελούν στη δημιουργία της λανθασμένης εντύπωσης ότι οι υψηλοί περιβαλλοντικοί στόχοι είναι πολύ κοστοβόροι ή ακόμη και ακατόρθωτοι και αυτό έχει σαν συνέπεια να θέτονται χαμηλότεροι στόχοι. Αν και μόνο κάποια από τα οφέλη μπορούν να εκτιμηθούν σε χρηματικούς όρους, **τα οφέλη από τη βελτίωση της υγείας από τα σενάρια CAFE έχουν εκτιμηθεί μεταξύ 37 και 181 δις € το έτος 2020 (περίπου 20 φορές υψηλότερα από τα υπερεκτιμώμενα κόστη)**. Ακόμη και για το πιο αισιόδοξο σενάριο (MTRF) τα οφέλη υπερβαίνουν του κόστους 1,4 μέχρι 4,5 φορές.

ΜΕΣΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Η ρύπανση η οποία δημιουργεί τα περιβαλλοντικά προβλήματα στα οποία αναφερόμαστε στην παρούσα πτυχιακή είναι μια περίπτωση **εξωτερικών επιβαρύνσεων**. Σε αυτή την περίπτωση η αγορά δεν αναγνωρίζει όλα τα κόστη της παραγωγής ή της κατανάλωσης. Εξαιτίας της αρνητικής εξωτερικής επιβάρυνσης το οριακό κοινωνικό κόστος (ΟΚΚ) είναι μεγαλύτερο από το οριακό ιδιωτικό κόστος (ΟΙΚ) και το παραγόμενο προϊόν μεγαλύτερο του κοινωνικά αποδεκτού. (βλ. διάγραμμα 1)

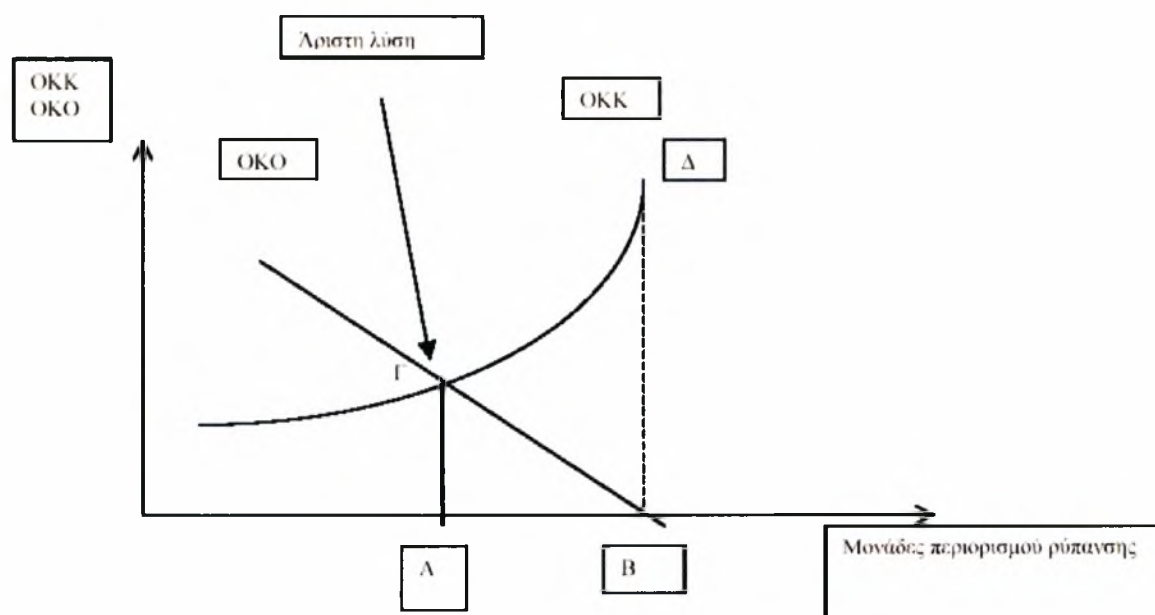


Διάγραμμα1: Σύγκριση οριακού κοινωνικού και ιδιωτικού κόστους Πηγή:Γ. Χάλκος (2006), Σημειώσεις οικονομικών περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα οικονομικών επιστημών

Το άριστο επίπεδο προϊόντος από ιδιωτικής πλευράς (π.χ από την πλευρά της χώρας) επιτυγχάνεται εκεί όπου το οριακό ιδιωτικό κόστος ισούται με το οριακό ιδιωτικό όφελος $\rightarrow OIK=OIO$. Το κοινωνικά άριστο επίπεδο προϊόντος (PARETO άριστο επίπεδο) επιτυγχάνεται όταν το οριακό κοινωνικό κόστος ισούται με το οριακό κοινωνικό όφελος $\rightarrow OKK=OKO$, όπου OKK ανά μονάδα προϊόντος = OIK ανά μονάδα + OEK (οριακό

εξωτερικό κόστος). Το ΟΕΚ είναι το κόστος επιβάρυνσης μιας οριακής μονάδας του προϊόντος. Όταν μια χώρα αντιμετωπίζει το πλήρες κόστος της παραγωγικής της δραστηριότητας (ΟΙΚ+ΟΕΚ) τότε η εξωτερική επιβάρυνση εσωτερικεύτηκε. Όταν η εξωτερική επιβάρυνση εσωτερικευτεί τότε λαμβάνουμε το **PARETO άριστο επίπεδο παραγωγής** του προϊόντος μιας χώρας (και κατ' επέκταση της επιχείρησης).

Πλήρης απαγόρευση των αιτιών που προκαλούν το ρυπαντικό πρόβλημα δεν είναι η πιο κατάλληλη αντιρρυπαντική πολιτική. Η κοινωνία μπορεί να δεχθεί κάποιο επίπεδο ρύπανσης με αντάλλαγμα αυξημένη παραγωγή και κατανάλωση εμπορευμάτων. Αφού το περιβάλλον έχει κάποια ορισμένη ικανότητα απορρόφησης της ρύπανσης, αν η ρύπανση περιοριστεί πλήρως η ικανότητα αυτή θα μείνει αχρησιμοποίητη.



Διάγραμμα 2: Άριστη λύση περιορισμού ρύπανσης. Πηγή: Γ. Χάλκος (2006), Σημειώσεις οικονομικών περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα οικονομικών επιστημών

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω διάγραμμα πλήρης απαγόρευση σημαίνει το επίπεδο ΟΒ, όπου ΟΚΚ=Β και ΟΚΟ=Ο. Μετά το ΟΑ επίπεδο το ΟΚΚ>ΟΚΟ. Το πρόσθετο κόστος διοχετεύεται στην κοινωνία και δεν επιβαρύνει μόνο την βιομηχανία και τις επιχειρήσεις. Όταν η ισορροπία της

αγοράς δεν εξισώνει τα ΟΚΚ=ΟΚΟ τότε δημιουργούνται διαταράξεις που οδηγούν σε αναποτελεσματικότητα ή αποτυχία αγοράς. Όμως ποια είναι τα μέσα για να προσεγγίσουμε το κοινωνικά άριστο επίπεδο;

Η πολιτεία έχει στη διάθεσή της **δύο κύριες κατηγορίες μέσων άσκησης περιβαλλοντικής πολιτικής**: τους κανονισμούς και τα οικονομικά μέσα.

1. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ:

α) Παραδοσιακά κανονιστικά μέτρα: Υιοθέτηση κανονισμών, προτύπων και ποσοτικών περιορισμών στη χρήση πόρων. Το κράτος ή γενικότερα κάποιοι κρατικοί οργανισμοί ή άλλοι φορείς (π.χ. Ευρωπαϊκή Ένωση) αποφασίζουν πόση ρύπανση είναι ανεκτή και πώς θα γίνει ο περιορισμός της στο επιθυμητό επίπεδο. Η θέσπιση «προτύπων» υπονοεί ομοιόμορφους περιορισμούς που επιβάλλονται στην απόρριψη ρυπαντικών ουσιών στο περιβάλλον. Άλλες μορφές είναι οι περιορισμοί στην ρύπανση που επιβάλλονται κατά μονάδα παραγόμενου προϊόντος ή κατά μονάδα χρησιμοποιούμενου παραγωγικού συντελεστή που ρυπαίνει ή η υποχρεωτική χρησιμοποίηση μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας καταπολέμησης της ρύπανσης.

Περιβαλλοντικά πρότυπα για την ποιότητα του αέρα προστατεύουν την ανθρώπινη υγεία ή τα οικοσυστήματα, δείκτες ποιότητας ορίζονται σαν τα μέγιστα επιτρεπτά όρια συγκέντρωσης για ένα συγκεκριμένο διάστημα του χρόνου, ένα συγκεκριμένο ρυπαντή σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Τα πρότυπα αυτά συνήθως βασίζονται σε επιστημονικές dose-response σχέσεις, δηλαδή την αναμενόμενη αντίδραση της υγείας από μια δεδομένη δόση ενός ρυπαντή. Κριτικά φορτία (critical loads) χρησιμοποιούνται σε μερικές χώρες για προβλήματα διασυννοριακής φύσης όπως η όξινη βροχή.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των προτύπων

Πλεονεκτήματα:

- Δίκαιη και αποτελεσματική μείωση της ρύπανσης.

- Αποφεύγεται η μετακίνηση μιας επιχείρησης σε μια άλλη περιοχή που τυχόν να έχει υψηλότερα αποδεκτά όριο ρύπανσης.

Μειονεκτήματα:

- Μερικά πρότυπα δε συνδέονται άμεσα με τις εκπομπές ρύπων και συνεπώς μειώνεται η αποτελεσματικότητά τους.
- Η ομοιόμορφη αντιμετώπιση όλων των τύπων μηχανολογικού εξοπλισμού δεν επιτρέπει την αξιοποίηση συγκεκριμένων πλεονεκτημάτων που έχει κάθε τεχνολογία.
- Δεν προσφέρεται κίνητρο για την ανακάλυψη νέων τρόπων μείωσης των εκπομπών ή τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας, πέρα από τα όρια που θέτει η νομοθεσία.

Η επίδραση κάθε μορφής standards διαφέρει:

Αν οι περιορισμοί δεν αφορούν το συνολικό επίπεδο της ρύπανσης που προκαλεί η βιομηχανία αλλά την ρύπανση ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος, αυτή μπορεί είτε να περιορίσει την συνολική ρύπανση είτε να αυξήσει την παραγωγή του προϊόντος ώστε να μειωθεί ο μέσος όρος της ρύπανσης ανά μονάδα παραγωγής. Όταν επιβάλλεται ενιαίος περιορισμός σε ένα κλάδο με ανόμοιες επιχειρήσεις, τα ενιαία πρότυπα επηρεάζουν διαφορετικά την κάθε μία, ανάλογα :

- Με την κλίμακα παραγωγής
- Την ένταση της χρήσης παραγωγικών συντελεστών
- Την ένταση δημιουργίας ρύπανσης από κάθε επιχείρηση

β) Οικονομικές Συμφωνίες (διαπραγματεύσεις): Σε περίπτωση που τα εμπλεκόμενα μέρη είναι λίγα ενδείκνυται η απευθείας συνεννόηση αυτών και η αποδοχή κάποιων κανόνων συμπεριφοράς (οικειοθελείς συμφωνίες) όπου τα μέλη που θίγονται άμεσα προσπαθούν να βρουν κοινή λύση που θα συμφέρει και τους δύο. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται το υψηλό διοικητικό κόστος που συνεπάγονται οι κανονισμοί καθώς και οι ακαμψίες που δημιουργούνται. Στην αντίθετη περίπτωση (που τα εμπλεκόμενα μέλη

είναι περισσότερα) καλύτερη λύση αποτελεί η επέμβαση του κράτους κυρίως με οικονομικά μέσα στα οποία αναφερόμαστε στη συνέχεια. Οι κανονισμοί γενικά επηρεάζουν άμεσα τις τεχνολογικές επιλογές και έμμεσα τις τιμές.

2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΜΕΣΑ:

Αποσκοπούν στην αποθάρρυνση πρόκλησης περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Επηρεάζουν άμεσα τις τιμές και έμμεσα τις τεχνολογικές επιλογές. Τα κυριότερα από αυτά είναι οι φόροι, τα τέλη, οι επιχορηγήσεις, οι εμπορεύσιμες άδειες κ.α. Αυτά μέσω του μηχανισμού των τιμών αποβλέπουν στην επίτευξη συγκεκριμένων περιβαλλοντικών στόχων αλλάζοντας τη συμπεριφορά των οικονομικών μονάδων. Παρέχουν σταθερό κίνητρο για τη μείωση της ρύπανσης ενώ παράλληλα επιτρέπουν στις οικονομικές μονάδες ανάλογα με το συμφέρον τους να επιλέξουν τον τρόπο με τον οποίο θα 'πληρώσουν' για τη ρύπανση που προκαλούν. Στη συνέχεια γίνεται μια αναφορά στα δύο σημαντικότερα μέσα, τους φόρους και τις άδειες:

α) Φόροι: Προτάθηκαν για πρώτη φορά από τον Pigou (1877- 1959), καθηγητή οικονομίας στο Cambridge (Pigouvian tax). Σήμερα αποτελούν ένα από τα πιο γνωστά οικονομικά εργαλεία περιβαλλοντικής πολιτικής. Η εφαρμογή τους συναντά πολλές αντιδράσεις. Η επιλογή φόρων για την προστασία του περιβάλλοντος ή/ και εξοικονόμηση ενέργειας στηρίζεται στην αρχή ότι **‘αυτός που ρυπαίνει πρέπει να φέρει το βάρος της ρύπανσης’**.

Ταξινόμηση περιβαλλοντικών φόρων¹:

Οι περιβαλλοντικοί φόροι ταξινομούνται με βάση:

 **τον κύριο στόχο που εξυπηρετούν:**

¹ Η ταξινόμηση έχει ενδεικτική μόνο σημασία γιατί στην πράξη ένας φόρος εξυπηρετεί ταυτόχρονα περισσότερους στόχους και επιδρά σε πολλαπλά πεδία

- Κάλυψης κόστους (cost covering taxes)
- Δημιουργίας κινήτρων (incentive charges)
- Δημοσιονομικοί (fiscal environmental)

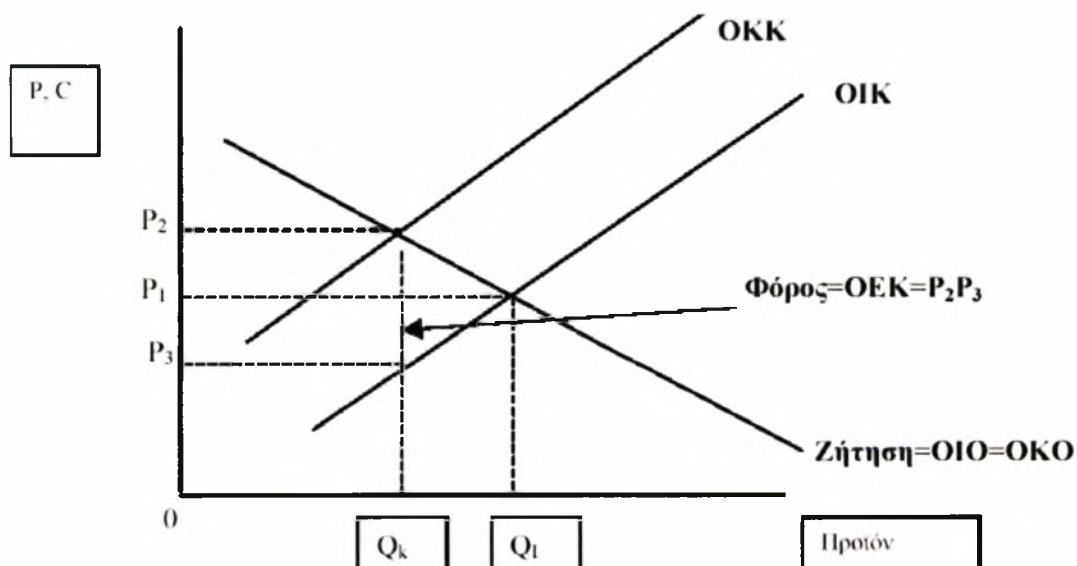
📌 **Το πεδίο εφαρμογής τους:**

- Ενεργειακοί φόροι
- Φόροι μεταφορών
- Φόροι ρύπανσης
- Φόροι φυσικών πόρων

(Στο διάγραμμα 2 στο παράρτημα εμφανίζεται η διάρθρωση των περιβαλλοντικών φόρων στην ΕU-15 και στο διάγραμμα 1 τα έσοδα ως ποσοστό της φορολογίας στις χώρες ΟΟΣΑ.)

Ο μηχανισμός των περιβαλλοντικών φόρων

Αν απαιτηθεί από τη χώρα πληρώσει ένα φόρο του ύψους ΟΕΚ € ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος τότε η ΟΙΚ καμπύλη θα μετατοπιστεί στην ΟΚΚ στο διάγραμμα 3.



Διάγραμμα 3: Μετατόπιση της ΟΙΚ Πηγή: Γ. Χάλκος (2006), Σημειώσεις οικονομικών περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα οικονομικών επιστημών

Ένας φόρος ίσος με το $OEK = P_2P_3$ εσωτερικεύει την αρνητική εξωτερική επιβάρυνση εξασφαλίζοντας ότι η βιομηχανία θα παράγει το κοινωνικώς άριστο επίπεδο του προϊόντος κατά Pareto. Η λύση του Pigou με την επιβολή φόρου $OEK = P_2P_3$ θα επιτύχει το κοινωνικά άριστο επίπεδο. Όμως η λύση αυτή απαιτεί τη δυνατότητα μέτρησης της αξίας των εξωτερικών επιδράσεων, πράγμα το οποίο είναι πολύ δύσκολο.

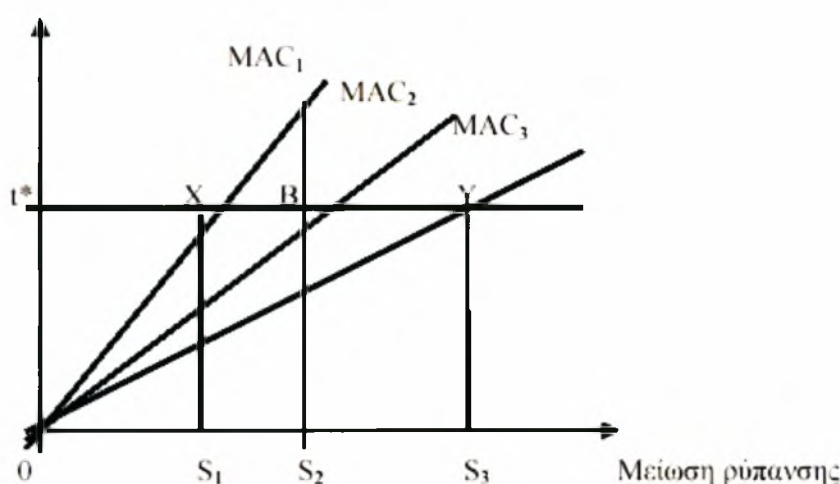
Η αποτελεσματικότητα του φόρου θα εξαρτηθεί από:

- το σημείο επιβολής του φόρου. Γνωρίζουμε ότι το καλύτερο σημείο επιβολής είναι εκείνο στο οποίο υπάρχουν οι τεχνικές δυνατότητες για μεγαλύτερη μείωση των εκπομπών. Τέσσερα στάδια μπορούν να αποτελέσουν το σημείο επιβολής του φόρου. Κατά το στάδιο παραγωγής, κατά το στάδιο μεταφοράς, κατά το στάδιο επεξεργασίας και κατά το στάδιο πώλησης.
- τον τρόπο συλλογής, δηλαδή την παρακολούθηση και έλεγχο της διαδικασίας βεβαίωσης και είσπραξης του φόρου. Ένας αποτελεσματικός τρόπος συλλογής των εσόδων του φόρου προϋποθέτει έναν καλά οργανωμένο και λειτουργικό μηχανισμό παρακολούθησης και ελέγχου της συμπεριφοράς των φορολογουμένων και ένα μηχανισμό επιβολής συμμόρφωσης αυτών προς τις υποχρεώσεις τους. Σχετικά με τους τρόπους πίεσης για συμμόρφωση προς το φόρο υπάρχουν διαθέσιμα μια σειρά από μέτρα. Αυτά περιλαμβάνουν διοικητικά πρόστιμα, διοικητικές ποινές (κυρώσεις) ή μηχανισμούς επιβολής χρηματικών ποινών για τα μέρη που έχουν υποστεί βλάβη.
- το ύψος και τον τρόπο που θα ανακυκλωθούν τα έσοδα που προέρχονται από αυτόν. Το ύψος των φορολογικών εσόδων που θα συγκεντρωθούν από την επιβολή του φόρου εξαρτάται από την ποσότητα των εκπομπών που φορολογείται, το συντελεστή του φόρου, το μέγεθος της φορολογικής βάσης, το επίπεδο συμμόρφωσης των φορολογουμένων αλλά και από μία σειρά οικονομικών και τεχνικών παραγόντων.

Σύγκριση φόρων και προτύπων σχετικά με το κόστος:

Οι φόροι (takes, charges) δίνουν την δυνατότητα στις χώρες με υψηλό κόστος καταπολέμησης της ρύπανσης να πληρώσουν το φόρο παρά να χρησιμοποιήσουν μεθόδους ελέγχου του ρυπαντή. Οι φόροι επιτυγχάνουν ένα δεδομένο περιβαντολλογικό στόχο σε χαμηλότερο κόστος από την επιβολή προτύπων.

Παράδειγμα: Έστω 3 διαφορετικές χώρες MAC_i για κάθε χώρα διαφέρει εξαιτίας των διαφορετικών μεθόδων ελέγχου σε κάθε μία από τις χώρες αυτές.



Διάγραμμα 4: Σύγκριση φόρων και προτύπων σχετικά με το κόστος. Πηγή: Γ. Χάλκος (2006), Σημειώσεις οικονομικών περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα οικονομικών επιστημών

Αν τεθεί ένα πρότυπο ύψους S_2 μείωσης ρύπανσης, τότε η χώρα 1 θα ελέγξει μέχρι το A, η 2 μέχρι το B και η 3 μέχρι το C. Αν εναλλακτικά επιβάλλουμε φόρο ύψους t^* τότε η χώρα 1 θα φτάσει το X, η 2 το B και η 3 το Y. Για να δούμε το γιατί, ας πάρουμε την χώρα 1. Μέχρι το S_1 είναι φθηνότερο για την χώρα να καταπολεμήσει την ρύπανση από το να πληρώσει το φόρο (t^* βρίσκεται πάνω από την MAC_1). Μετά το επίπεδο S_1 , t^* βρίσκεται κάτω της MAC_1 .

Αν υποθέσουμε ότι $OS_1 = S_1S_2 = S_2S_3$ τότε και στις δύο περιπτώσεις το συνολικό επίπεδο $3S_2$ επιτυγχάνεται, αλλά η χώρα 1 με τα υψηλότερα κόστη ελέγχου καταπολεμεί επίπεδο ρύπανσης $<S_2$, ενώ η χώρα 3 με τα χαμηλότερα κόστη ελέγχου καταπολεμεί επίπεδο $>S_2$. Και οι δύο μέθοδοι επιτυγχάνουν το ίδιο συνολικό επίπεδο μείωσης $3S_2$. Αλλά υπάρχει διαφορά στα κόστη συμμόρφωσης με τα επιβαλλόμενα πρότυπα.

$$(TAC)_{st} > (TAC)_{tax}$$

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα φόρων

Πλεονεκτήματα:

-Η διπλή ωφέλεια (double dividend) του φόρου τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Ο περιβαλλοντικός φόρος έχει ως στόχο την προστασία του περιβάλλοντος. Παράλληλα όμως τα έσοδα που συλλέγονται επιτρέπουν τη μείωση των εσόδων από άλλους φόρους, οι οποίοι δημιουργούν στρεβλώσεις στην οικονομία.

-Η χρησιμοποίηση του φόρου, έναντι των κανονισμών, ως μέτρο προστασίας περιβάλλοντος μπορεί να δώσει τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να συμμορφωθούν προς αυτή την πολιτική με το μικρότερο κόστος. Η ιδιότητα αυτή των φόρων εκπορεύεται από το γεγονός ότι ο φόρος είναι κοινός για όλους όσους ρυπαίνουν, ενώ το οριακό κόστος μείωσης της ρύπανσης διαφέρει. Έτσι κάθε ρυπαίνων συγκρίνει τους δύο αυτούς παράγοντες και αποφασίζει για το ύψος της προσπάθειας που θα καταβάλλει για τη μείωση της ρύπανσης.

-Η χρήση των κανονισμών ως μέσο περιβαλλοντικής προστασίας αναγκάζει το ρυπαίνοντα να σεβαστεί τα πρότυπα που έχουν υιοθετηθεί χωρίς να του δίνει κίνητρο για να τα ξεπεράσει. Το πρόβλημα γίνεται οξύτερο αν τα πρότυπα που τίθενται από τους κανονισμούς δεν ανανεώνονται διαδοχικά. Αντίθετα, οι φόροι δίνουν ένα συνεχές κίνητρο για περαιτέρω μειώσεις των εκπομπών ρύπων με υιοθέτηση βελτιωμένης τεχνολογίας επειδή αυτό

σημαίνει και μείωση των φορολογικών υποχρεώσεων για την επιχείρηση. Επειδή το συνολικό κόστος από επιβολή φόρου είναι μεγαλύτερο από το συνολικό κόστος από επιβολή προτύπων, είναι φανερό ότι η φορολογία δίνει κίνητρο στην επιχείρηση για αντιρρυπαντική τεχνολογία προκειμένου να μειώσει τις εκπομπές ρύπανσης και να πληρώνει λιγότερα. (Εφόσον είναι γνωστό ότι αυτός που ρυπαίνει πληρώνει φόρο για κάθε μονάδα ρύπανσης που εκπέμπει).

-Επιπλέον οι φόροι χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερο βαθμό ευελιξίας και μπορούν να αλλάξουν για να προσαρμοστούν στις νέες ανάγκες που δημιουργούνται, κάτι που δεν είναι το ίδιο εύκολο να γίνει με τους κανονισμούς.

-Οι πιθανότητες μη συμμόρφωσης αυτών που ρυπαίνουν είναι μικρότερες σε σχέση με τους κανονισμούς επειδή η διοίκηση και διαχείριση του φόρου στηρίζεται σε ένα μηχανισμό ο οποίος ήδη υπάρχει.

Μειονεκτήματα:

-Η αποτελεσματική χρήση του φόρου προϋποθέτει ότι οι ασκούντες πολιτική γνωρίζουν με βεβαιότητα τις ελαστικότητες του φόρου προκειμένου να προσδιορίσουν με ακρίβεια το ύψος του.

-Όπως όλοι οι φόροι έτσι και ο περιβαλλοντικός φόρος προκαλεί στην οικονομία μια απώλεια (deadweight loss) την οποία δεν επωφελείται κανένας και η οποία θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό του οφέλους που προκύπτει από τη μείωση της ρύπανσης.

-Η αντίστροφη προσδευτικότητα που χαρακτηρίζει τον περιβαλλοντικό φόρο αποτελεί ένα σημαντικό μειονέκτημα αυτού. Πράγματι η αύξηση της τιμής των καυσίμων, η οποία ακολουθεί την επιβολή του φόρου, επιβαρύνει περισσότερο τα νοικοκυριά με χαμηλά εισοδήματα αφού αυτά καταναλίσκουν μεγαλύτερο μέρος του εισοδήματός τους για καύσιμα ή άλλα προϊόντα και υπηρεσίες που επιβαρύνονται με αυτό τον φόρο σε σχέση με τα νοικοκυριά με υψηλά εισοδήματα.

Αλλά γιατί οι φόροι δεν είναι τόσο διαδεδομένοι;

- 1) Η βιομηχανία θα αντιστέκεται στην επιβολή νέων φόρων.
- 2) Ένας Ρίγουνιαν φόρος απαιτεί την γνώση της συνάρτησης ζημίας. Αυτό είναι δύσκολο.
- 3) Σχετικά νέα ιδέα (για το περιβάλλον).
- 4) Παρουσιάζουν μια σχετική ακαμψία. Είναι δύσκολο να αλλάξουμε το φορολογικό σύστημα (συνήθως περιλαμβάνει μήνες εξαγγελιών, νομοθετικών ρυθμίσεων,...)
- 5) Υπάρχουν πολιτικά εμπόδια στην επιβολή διαφορετικών φορολογικών συντελεστών σύμφωνα με την θέση των ρυπαντών. Για αποτελεσματικότητα, ένα σύστημα ρυθμίσεων (regulations) που εξετάζει κάθε ειδική πηγή εκπομπών ρυπάνσεως προϋποθέτει ότι ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων (υλα) γνωρίζει αρκετά σχετικά με την παραγωγική διαδικασία που εποπτεύει και τις εφικτές τεχνικές που μπορούν να εφαρμοστούν στην διαδικασία αυτή, για να μπορεί να καθορίσει το άριστο επίπεδο μείωσης της ρύπανσης για την παραγωγική διαδικασία αυτή. Όμως οι χώρες (και οι επιχειρήσεις) είναι απρόθυμες να παρέχουν ακριβή πληροφόρηση στους υλα επειδή κάποιες μέθοδοι ελέγχου μπορεί να απαιτούν αλλαγές στην παραγωγική διαδικασία, που αν αποκαλυφθούν ως αποτέλεσμα της ρύθμισης μπορεί να προδώσουν εμπορικά μυστικά. Έτσι η θέσπιση προτύπων ή καθιέρωση ρυθμίσεων (standards / regulations) δεν φαίνεται να παρέχουν την πιο αποτελεσματική μέθοδο για έλεγχο ρύπανσης (αποτελεσματική από πλευράς κόστους).

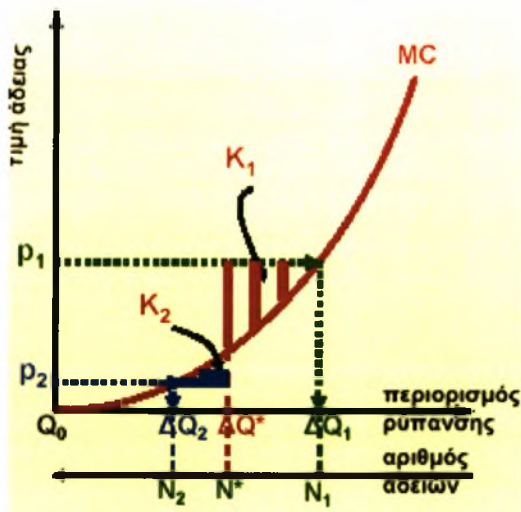
β) Εμπορεύσιμες άδειες: Ένα από τα σχετικά νέα οικονομικά μέσα και κυρίως για τη χώρα μας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προστασία του περιβάλλοντος είναι οι εμπορεύσιμες άδειες. Ο μηχανισμός των εμπορεύσιμων αδειών είναι απλός και είναι ο ακόλουθος: το κράτος ορίζει ένα μέγιστο αποδεκτό όριο ρύπανσης το οποίο εκφράζεται σε περιβαλλοντικές μονάδες. Κάθε μονάδα αποτελεί ένα ποσοστό ή αναλογία

επί των συνολικών επιπέδων εκπομπών των διαφόρων ρυπαντών. Οι μονάδες αυτές κατανέμονται μεταξύ των επιχειρήσεων που ρυπαίνουν και δίνουν δικαίωμα σε αυτές, ανάλογα με τον αριθμό των μονάδων που αγοράζουν, να εκπέμπουν αντίστοιχους ρύπους.

Οι περιβαλλοντικές μονάδες μετά τη διανομή τους μεταξύ των επιχειρήσεων μπορούν να γίνουν αντικείμενο συναλλαγής μεταξύ αυτών, με βάση κάποιους προδιαγεγραμμένους κανόνες. Έτσι μια επιχείρηση μπορεί να πωλήσει έναν αριθμό περιβαλλοντικών μονάδων ενώ μια άλλη να αγοράσει αντίστοιχα περιβαλλοντικές μονάδες, με αποτέλεσμα να αποκτά δικαίωμα να ρυπαίνει περισσότερο από όσο της έπρεπε η αρχική κατανομή των αδειών. Η συναλλαγή μπορεί να γίνει και μέσα στην ίδια την επιχείρηση μεταξύ διαφόρων πηγών ρύπων. Ο βασικός στόχος των εμπορεύσιμων αδειών είναι να περιοριστεί η συνολική ρύπανση σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο εξισώνοντας το οριακό κόστος μείωσης της ρύπανσης μεταξύ των επιχειρήσεων που ρυπαίνουν. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται **ελαχιστοποίηση του κόστους μείωσης της ρύπανσης** και ταυτόχρονα δίνεται η δυνατότητα σε νέες επιχειρήσεις να αναπτύξουν δραστηριότητες σε δεδομένες περιοχές χωρίς να αυξάνεται η συνολική ρύπανση των περιοχών αυτών.

Η αποτελεσματική λειτουργία του θεσμού των εμπορεύσιμων αδειών εξαρτάται τόσο από την αποτελεσματικότητα της αγοράς που δημιουργείται όσο και από τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η αρχική κατανομή των αδειών μεταξύ των επιχειρήσεων που ρυπαίνουν. Ο τρόπος με τον οποίο θα γίνει η αρχική κατανομή θα επηρεάσει την αποδοχή ή όχι του προγράμματος από τις βιομηχανίες αφού η κατανομή αυτή είναι ισοδύναμη με την κατανομή του βάρους της προστασίας του περιβάλλοντος μεταξύ των επιχειρήσεων.

Ο μηχανισμός της εμπορίας δικαιωμάτων ρύπανσης



Διάγραμμα 4: Ο μηχανισμός της εμπορίας δικαιωμάτων ρύπανσης. Πηγή: [www.http://el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)

Η αρχική ποσότητα ρύπανσης είναι Q_0 .

$\Delta Q_1 > \Delta Q_2$ και $N_1 < N_2$. Αν δοθούν στον παραγωγό N^* άδειες θα πρέπει να μειώσει τη ρύπανση κατά ΔQ^* . Αν η τιμή των αδειών στην αγορά είναι υψηλή (p_1), ο παραγωγός θα περιορίσει περισσότερο τη ρύπανση (κατά ΔQ_1) πουλώντας το πλεόνασμα των αδειών

του ($N_1 - N^*$). Θα έχει κέρδος K_1 σε σχέση με τον περιορισμό στο ΔQ^* . Αν η τιμή των αδειών στην αγορά είναι χαμηλή (p_2), ο παραγωγός θα μειώσει λιγότερο τη ρύπανση (κατά ΔQ_2) αγοράζοντας επιπλέον άδειες ($N^* - N_2$). Θα έχει κέρδος K_2 σε σχέση με τον περιορισμό στο ΔQ^* .

Απαραίτητες προϋποθέσεις για να είναι η κατανομή των αδειών αποτελεσματική είναι οι εξής:

1. οι επιχειρήσεις πρέπει να συμμορφώνονται με αυτή την πολιτική
2. το κόστος συναλλαγής να είναι επαρκώς χαμηλό έτσι ώστε να μην εμποδίζονται οι αποτελεσματικές συναλλαγές αδειών.
3. να υπάρχει επαρκής εμπιστοσύνη σχετικά με την πολιτική αυτή ώστε οι επιχειρήσεις να είναι πρόθυμες να εμπλακούν σε συναλλαγές αδειών.
4. η αγορά για άδειες να είναι ανταγωνιστική.

Πλεονεκτήματα των εμπορεύσιμων αδειών έναντι των φόρων

- οι φόροι κατά τον Ρίγου είναι βασισμένοι στην υπόθεση ότι οι τιμές των εξωτερικοτήτων θέτονται καλύτερα από τις κυβερνήσεις. Στην πραγματικότητα όμως οι τιμές θέτονται καλύτερα από τις αγορές και όχι από τις κυβερνήσεις

- το γεγονός ότι οι εμπορεύσιμες άδειες ξεκινούν θέτοντας ποσότητες και όχι τιμές είναι ένα πλεονέκτημα από περιβαλλοντικής άποψης. Προσεγγίζοντας περιβαλλοντικά προβλήματα (όξινη βροχή, τρύπα όζοντος, τοπική ατμοσφαιρική ρύπανση, μόλυνση νερών, αύξηση θερμοκρασίας) η ικανότητα να θέσεις ποσοτικά όρια είναι ουσιαστική για την επιτυχή διαχείριση των προβλημάτων. Το αντάλλαγμα είναι κάποια βραχυπρόθεσμη μείωση των αναμενόμενων εσόδων. Αλλά α) συγκρινόμενο με την (γενικότερη) διαχείριση του περιβαλλοντικού προβλήματος, αυτό είναι ένα θέμα χαμηλής προτεραιότητας και β) σε κάθε περίπτωση, πρόκειται για ένα βραχύχρονο πρόβλημα. Μόλις οι δημοπρασίες και οι εμπορικές συναλλαγές αρχίσουν, τα αναμενόμενα έσοδα θα αποκτήσουν ακρίβεια.
- τα έσοδα που προκύπτουν από τις δημοπρασίες των αδειών 'ανακυκλώνονται' μέσα στην οικονομία (με την έννοια ότι επιστρέφουν στην οικονομία), τόσο εύκολα, όσο τα έσοδα που προκύπτουν από τους φόρους. Στην πραγματικότητα, επειδή αυτή η διαδικασία ανακύκλωσης μπορεί να παρακάμψει εντελώς το φορολογικό σύστημα, πολλά από τα προβλήματα δικαιοσύνης και αποτελεσματικότητας που αφορούν τις εξίσου περικοπές φόρων μπορούν να αποφευχθούν, και μη περιβαλλοντικοί στόχοι (όπως η διατήρηση του επιπέδου της ευημερίας) μπορούν με περισσότερη ετοιμότητα να ικανοποιηθούν.
- Εάν οι εμπορεύσιμες άδειες διανεμηθούν σωστά τα έσοδα μπορούν να αυξάνονται καθώς οι εκπομπές μειώνονται το αντίθετο από ότι γίνεται με την εφαρμογή των φόρων.
- Οι εμπορεύσιμες άδειες αποφεύγουν κάποια από τα κόστη της διαδικασίας ρύθμισης από μόνες τους. Οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων δεν θα χρειάζονται να αφιερώσουν πόρους για εξακρίβωση ειδικών τεχνικών ορίων για μια μεγάλη λίστα των πηγών ρύπανσης. Το κόστος επιβολής περιλαμβάνει την τιμωρία των επιχειρήσεων (χωρών) μέσω ενός συνόλου προστίμων από τις κυβερνήσεις ή από τα δικαστήρια. Αυτά τα κόστη θα είναι υψηλά και δεν θα είναι πολύ χαμηλότερα με ένα φόρο.

- με φόρους οι χώρες μπορεί να προσπαθήσουν να δώσουν ψευδείς αναφορές. Όμοια με άδειες αν το 'κλέψιμο' εξακολουθεί, η ζήτηση για άδειες θα μειωθεί και έτσι θα πέσει η τιμή ισορροπίας των αδειών, μειώνοντας το κίνητρο για κλέψιμο. Άρα οι άδειες από μόνες τους κάνουν το «κλέψιμο λιγότερο κερδοφόρο».
- οι φόροι επηρεάζονται από τον πληθωρισμό ενώ οι άδειες όχι

Μειονεκτήματα εμπορεύσιμων αδειών

- Το κύριο μειονέκτημα του συστήματος είναι ότι απαιτείται μια νέα συγκεντρωτική γραφειοκρατία που να εκδίδει τις άδειες, να οργανώνει και να παρακολουθεί την εμπορία τους. Η κύρια δυσκολία είναι ο δημόσιος έλεγχος της αρχής που θα εκδίδει τις άδειες, ώστε να μην υπάρξουν καταχρήσεις του συστήματος. Η εμπειρία των ΗΠΑ ωστόσο μας δείχνει ότι οι πολιτικές καταχρήσεις κατά την αρχική χορήγηση των αδειών είναι συχνό φαινόμενο. Σε αντίθεση προς τους στόχους του συστήματος, υπήρξαν περιπτώσεις όπου οι εμπορεύσιμες άδειες χορηγήθηκαν δωρεάν σε εξαιρετικά ρυπογόνες επιχειρήσεις, ανάλογα με το ύψος των εκπομπών τους στο παρελθόν. Αυτό ισοδυναμεί με επιδότηση προς τις επιχειρήσεις αυτές για τις περιβαλλοντικές ζημιές που έχουνε προκαλέσει, ενώ οι νεοεισερχόμενες επιχειρήσεις στην αγορά ήταν υποχρεωμένες να επωμιστούν το πλήρες κόστος της ρυπογόνου δραστηριότητάς τους.
- Δυσκολία στο σχεδιασμό και την οργάνωση του συστήματος στον καθορισμό του αρχικού συνολικού ύψους ρύπανσης, στην αρχική κατανομή των αδειών και στην οργάνωση του μηχανισμού καταγραφής και ελέγχου.
- Δεν είναι κατάλληλο εργαλείο για περιβαλλοντικά προβλήματα με έντονο τοπικό χαρακτήρα
- Δεν είναι εξασφαλισμένο το περιβαλλοντικό όφελος: αν η τιμή που θα διαμορφωθεί στην αγορά είναι χαμηλή δεν διασφαλίζεται αξιόλογη μείωση εκπομπών και η προώθηση ριζικότερων και καινοτομικού χαρακτήρα

επεμβάσεων (ιδιαίτερα αν το πλεόνασμα αδειών προκύπτει από πλασματικές μειώσεις).

Προγράμματα εμπορεύσιμων αδειών που έχουν εφαρμοστεί

- Σχήμα αντικατάστασης (netting): μια επιχείρηση μπορεί να δημιουργήσει μια νέα πηγή ρύπανσης, εφόσον κλείσει μια υφιστάμενη. Το σχήμα αυτό αναφέρεται σε μια μόνο επιχείρηση η οποία δεν μπορεί να προσφύγει στην αγορά για να αγοράσει νέες μονάδες ρύπανσης.
- Σχήμα αντιστάθμισης (offset): εφόσον δεν επιτρέπεται η δημιουργία νέων πηγών ρύπανσης συνεπάγεται ότι δεν επιτρέπεται σε νέες επιχειρήσεις να αναλάβουν δραστηριότητες στις περιοχές αυτές εκτός και αν σταματήσουν κάποιες από αυτές που ήδη υπήρχαν.
- Σχήμα φυσαλίδων (bubbles): με την προϋπόθεση ότι το συνολικό μέγεθος της ρύπανσης διατηρείται σταθερό οι επιχειρήσεις είναι ελεύθερες να κάνουν όποιες αλλαγές θέλουν στην ποσότητα των ρύπων που εκπέμπουν είτε με εσωτερικές ανακατατάξεις είτε σε συνεργασία με άλλες επιχειρήσεις.
- Σχήμα αποταμίευσης (banking): όμοιο με το προηγούμενο με τη διαφορά ότι είναι διαχρονικό.

Επιφυλάξεις για την αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος εμπορεύσιμων αδειών

1. Κόστος συναλλαγής: για να διατηρείται το κόστος συναλλαγής σε χαμηλά επίπεδα είναι προτιμότερο οι συναλλασσόμενες εταιρίες να είναι λίγες. Αυτό όμως εμπεριέχει τον κίνδυνο δημιουργίας μονοπωλιακών καταστάσεων στην αγορά.
2. Πρόβλημα εισόδου νέων επιχειρήσεων: αν το αντικείμενο συναλλαγών είναι οι υφιστάμενες πηγές ρύπανσης τότε για να μη δημιουργηθεί πρόβλημα στις νέες επιχειρήσεις η κατανομή των εμπορεύσιμων αδειών πρέπει να γίνεται με πλειστηριασμό
3. Μελλοντική τιμή εμπορεύσιμων αδειών: σε αντίθεση με τους φόρους είναι

δύσκολο να προβλεφθεί η μελλοντική πορεία των τιμών των εμπορεύσιμων αδειών και για το λόγο αυτό πολλές επιχειρήσεις προτιμούν να πληρώνουν τους φόρους.

4. Μηχανισμός επιτήρησης: απαιτείται η δημιουργία ενός νέου οργανισμού ο οποίος θα ελέγχει τη λειτουργία του θεσμού των αδειών

5. Αντιλαϊκό αίσθημα: η πώληση από την πολιτεία αδειών ρύπανσης μπορεί να θεωρηθεί ως αντιλαϊκό μέτρο.

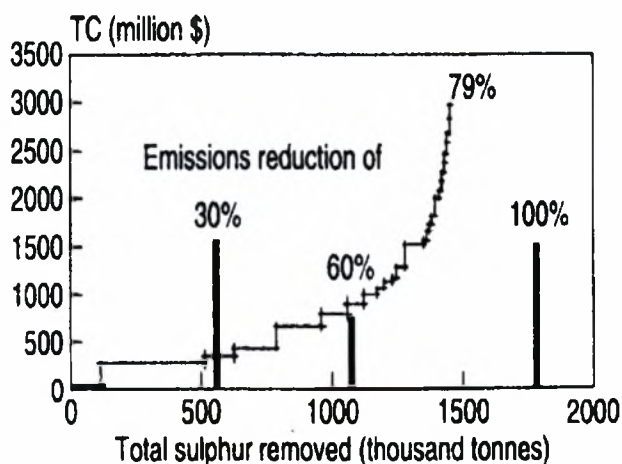
3. ΤΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΧΩΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΜΟΛΥΝΣΗΣ

Στην εργασία του Γεωργίου Χάλκου και του John Hutton «Acid rain games in Europe», οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι η περιβαλλοντική βλάβη που προκαλείται λόγω της όξινης βροχής θα μπορούσε να μειωθεί αν οι χώρες συνεργάζονταν. Χρησιμοποιώντας εκτιμήσεις της βλάβης που προκαλεί το SO₂ και του κόστους μείωσής του, υπολογίζουν τα πιθανά οφέλη που απολαμβάνουν κάποιες δυτικές ευρωπαϊκές χώρες, οι οποίες συνεργάζονται για τον έλεγχο των εκπομπών του SO₂.

Οι Χάλκος και Hutton αρχίζουν προσδιορίζοντας τις συναρτήσεις κόστους μείωσης για κάθε χώρα, οι οποίες εκφράζουν το κόστος μείωσης των εκπομπών SO₂ από τη διαδικασία παραγωγής ενέργειας. Το κόστος αυτό διαφέρει από χώρα σε χώρα εξαιτίας των συγκεκριμένων παραγόντων κάθε χώρας όπως είναι το μίγμα του καυσίμου που χρησιμοποιείται, η περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο, η χρησιμοποίηση της χωρητικότητας και η κλίμακα για τις εγκαταστάσεις.

Στο διάγραμμα παρουσιάζεται το συνολικό κόστος μείωσης του Ηνωμένου

Βασιλείου. Το γεγονός ότι η

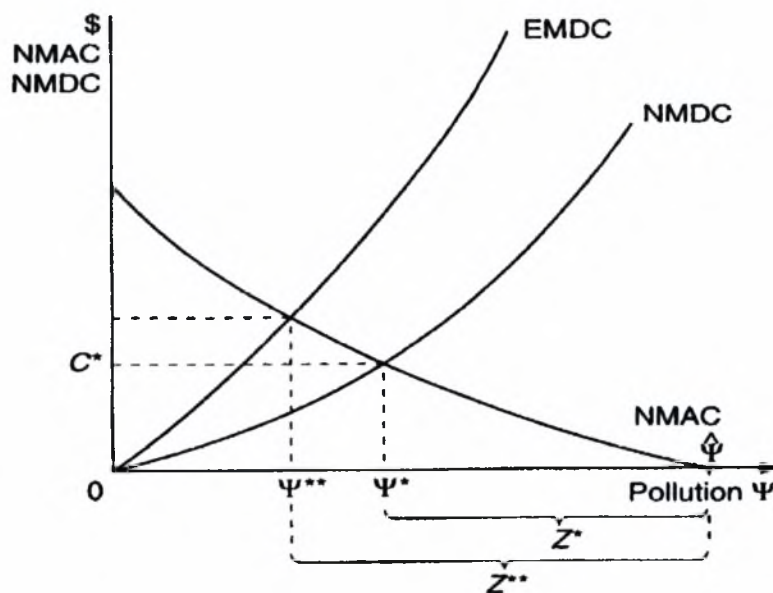


Διάγραμμα 5: Η συνάρτηση συνολικού κόστους μείωσης για το Ηνωμένο Βασίλειο το 2000. Πηγή: Halkos and Hutton, 1993, σελ.5

συνάρτηση συνολικού κόστους μείωσης έχει σχήμα «σκάλας» υφίσταται επειδή το οριακό κόστος αυξάνεται όσο ο βαθμός της μείωσης αυξάνεται. Όταν εφαρμόζεται μεγαλύτερη μείωση οι ρυπαντές στρέφονται σε διαφορετικές, ακριβότερες τεχνολογίες ελέγχου. Η σημαντικότερη πληροφορία που απορρέει από μια τέτοια συνάρτηση είναι η γνώση του μέγιστου επιπέδου μείωσης της μόλυνσης που μπορεί να επιτευχθεί για οποιοδήποτε δοθέν μέγεθος προϋπολογισμού του ελέγχου.

Το δεύτερο βήμα της εργασίας σχετίζεται με την κατασκευή μιας μήτρας μεταφερόμενων συντελεστών που δείχνει ποια αναλογία των συνολικών εκπομπών μιας οποιαδήποτε χώρας τελικά αποτίθεται σε κάθε μια από τις συνολικά 27 χώρες που εξετάζονται (οι πληροφορίες προέρχονται από έρευνες του Νορβηγικού Μετεωρολογικού Ινστιτούτου).

Στη συνέχεια οι Χάλκος και Hutton εκτιμούν τις συναρτήσεις συνολικής ζημίας εξαιτίας του SO_2 . Υποθέτουν ότι για κάθε χώρα το παρόν εθνικό οριακό κόστος μείωσης εξισώνεται με το παρόν εθνικό οριακό κόστος ζημίας. Όταν οι χώρες δεν συνεργάζονται κάθε μία λαμβάνει υπ' όψιν της το κόστος του ελέγχου της μόλυνσης (NMAC) και τη ζημία που θα αποφευχθεί στην ίδια από τη διαδικασία του ελέγχου (NMDC). Έτσι, η χώρα θα μειώσει τη μόλυνση κατά ποσότητα Z^* (από το επίπεδο Ψ στο επίπεδο ψ^*) όπως φαίνεται και στο επόμενο διάγραμμα.



Διάγραμμα 6: Λύσεις συνεργασίας και ανεξάρτητης δράσης χωρών όταν υπάρχουν εξωτερικότητες. Πηγή: Halkos and Hutton 1993

NMAC = National marginal abatement costs
 NMDC = National marginal damage costs
 EMDC = European marginal damage costs

Αντίθετα, εάν οι χώρες συνεργάζονταν τότε θα είχαμε την πλήρως αποτελεσματική λύση. Κάθε χώρα θα εξίσωνε το εθνικό οριακό κόστος μείωσης της ρύπανσης με την ευρωπαϊκή (όχι την εθνική) συνάρτηση ζημίας. Έτσι το αποτέλεσμα θα ήταν αυτό που θα προέκυπτε αν όλη η Ευρώπη ήταν μία χώρα και η μόλυνση θα μειωνόταν από το επίπεδο \bar{Y} στο πλήρως αποτελεσματικό επίπεδο ψ^{**} . Δηλαδή η μόλυνση θα μειωνόταν κατά ποσότητα Z^{**} (μεγαλύτερη από Z^* στην περίπτωση της ανεξάρτητης δράσης των χωρών).

Όταν οι χώρες λειτουργούν ανεξάρτητα η οριακή ζημία που δεν έχει ληφθεί υπ' όψιν μπορεί να υπολογιστεί αφού είναι ίση με το οριακό κόστος C^* . Έτσι, η μήτρα των συντελεστών μεταφοράς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπολογιστεί η συνολική ζημία κάθε χώρας για οποιοδήποτε επίπεδο εκπομπών SO_2 κάθε μίας από τις 27 χώρες. Το τελευταίο σημείο της ανάλυσης αφορά στην εκτίμηση του μεγέθους των ωφελειών που προκύπτουν από τη συνεργασία των χωρών συγκρινόμενες με αυτές της ανεξάρτητης δράσης. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των Hutton και Χάλκου για τρία ζευγάρια χωρών.

Πίνακας 1: Τα αποτελέσματα των Hutton και Χάλκου. Πηγή: Halkos and Hutton, 1993

	Austria	Italy	FRG²	UK	FRG	GDR³
1992 Abatement (%)	18,45	8,4	45,1	11,2	45,1	0,72
Privately efficient abatement (Z^*)	29,49	29,2	62,77	16,7	66,17	1,9
Socially efficient (Europe-wide) abatement (Z^{**})	35,4	35,5	62,41	24,81	63,46	25,24
Total costs of abatement and damage (\$m 1985)						
Privately efficient abatement (Z^*)	233,9	720,68	1813,46	479,63	1991	84,15
	[954,58]		[2293,09]		[2075,15]	
Socially efficient (Europe-wide) abatement (Z^{**})	215,51	729,27	1780,15	496,21	1843,5	156,2
	[944,78]		[2276,36]		[1999,7]	
Total efficiency gain	9,8		16,73		75,45	

² FRG = Πρώην Δυτική Γερμανία

³ GDR = Πρώην Ανατολική Γερμανία

Από τον πίνακα παρατηρούμε ότι και στις τρεις περιπτώσεις το συλλογικό κόστος μειώνεται όταν οι χώρες συνεργάζονται. Μεμονωμένα όμως π.χ. για την πρώην δυτική Γερμανία το κόστος μειώθηκε κατά 33,31 εκ.δολάρια (από 1813,46 σε 1780,15) ενώ για το Ηνωμένο βασίλειο το κόστος αυξήθηκε κατά 16,58 εκ.δολάρια (από 479,63 σε 496,21). Έτσι, για να υπάρξει συνεργασία μεταξύ των δύο χωρών πρέπει η Γερμανία να δίνει ετησίως τουλάχιστον 16,58 εκ.δολάρια στο Ηνωμένο Βασίλειο. Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι το αποτελεσματικό επίπεδο μείωσης της μόλυνσης ξεπερνά τόσο αυτό που επιτυγχάνεται με ανεξάρτητη δράση όσο και αυτό που επιτυγχάνεται με συνεργασία κάθε ζεύγους χωρών. Έτσι αν οι χώρες μπορούσαν να επιτύχουν το επίπεδο μείωσης Z^* τότε τα συνολικά οφέλη θα ήταν μεγαλύτερα από αυτό που παρουσιάζονται στην τελευταία γραμμή του πίνακα.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Υπέρμετρα επίπεδα περιβαλλοντικής ζημίας υπάρχουν όταν τα κοινωνικά κόστη δε λαμβάνονται υπ' όψιν. Αυτή η παράλειψη υποδηλώνει αποτυχία της αγοράς, η οποία απαιτεί τη χρήση πολιτικής για τη διόρθωσή της. Ομως πριν παρθούν αποφάσεις για τη διόρθωση της εξωτερικότητας είναι απαραίτητος ένας καλά προσδιορισμένος στόχος περιβαλλοντικής πολιτικής, ο οποίος στην περίπτωση της ρύπανσης πρέπει να είναι το βέλτιστο επίπεδο ρύπανσης.

Αυτό με τη σειρά του προϋποθέτει τη σύγκριση του κόστους της ζημίας (ή του οφέλους από τη μείωση της ρύπανσης) με το κόστος πρόληψης της ζημίας. Η οικονομική θεωρία αναφέρει ότι το βέλτιστο επίπεδο μόλυνσης επιτυγχάνεται όταν το οριακό κόστος ζημίας εξισώνεται με το οριακό κόστος μείωσης της ρύπανσης. Η οριακή ζημία εμφανίζει τη ρύπανση ως μια συνάρτηση εκπομπών ενός συγκεκριμένου ρυπαντή. Η ζημία μειράται ως οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, σε κάποια υλικά, σε ψυχαγωγικές δραστηριότητες, σε κτίρια, σε λίμνες, σε ποταμούς κ.α. Έχουν γίνει προσπάθειες να μειρηθούν οι τιμές ύπαρξης ή άλλες έμμεσες τιμές χρήσης χρησιμοποιώντας τυχαία μέτρηση και άλλες μεθόδους (Bjornstad and Kahn, 1996; Freeman, 1993). Προφανώς η μέτρηση της ζημίας είναι σημαντική αλλά και δύσκολη εξ' αιτίας ενός αριθμού πρακτικών προβλημάτων όπως παρουσιάζεται στους Farmer et al. (2001), Georgiou et al. (1997) και Barbier (1998).

Τα κόστη και τα οφέλη από τη μείωση της μόλυνσης του αέρα δεν αντανακλώνται πλήρως σε πιθανές ή πραγματικές ανταλλαγές. Αντιπροσωπεύουν ατελείς ή ελλιπείς αγορές. Οι Mäler (1989,1990) και Newbery (1990,1993) υποθέτουν ότι το οριακό κόστος ζημίας είναι σταθερό και ανεξάρτητο από την ποσότητα των εναποθέσεων (γραμμική συνάρτηση κόστους ζημίας). Επίσης, υποθέτοντας ότι οι χώρες δρουν ορθολογικά, ότι δεν συνεργάζονται (θεωρώντας τις εκπομπές όλων των άλλων κρατών δεδομένες) και ότι η ζημία που προκαλείται από 1 τόνο θείου είναι ίδια σε όλες τις χώρες καταλήγουν στη συνθήκη ότι το οριακό κόστος μείωσης της ρύπανσης (MAC), το οποίο υποθέτουν ότι είναι

δευτεροβάθμια εξίσωση της μείωσης εξισώνεται με το οριακό κόστος της ζημίας (MD), το οποίο υποθέτουν ότι είναι γραμμικό.

Ο Χάλκος (1996) χρησιμοποιώντας μια σκοπιά θεωρίας παιγνίων συνεπή με την κύρια οικονομική θεωρία εξάγει τη γενική μορφή ισορροπίας στην περίπτωση της συνεργασίας και της μη συνεργασίας σε μια σαφή και απόλυτη δομή ενός προτεινόμενου μοντέλου υπό τις υποθέσεις ντετερμινιστικών και στοχαστικών αποθέσεων. Δείχνει ότι υπό καθεστώς αβεβαιότητας τα οφέλη από τη συνεργασία είναι πολύ λιγότερα σε σχέση με αυτά υπό καθεστώς βεβαιότητας. Τα nash (στην περίπτωση της μη συνεργασίας) κόστη μείωσης της ρύπανσης είναι παρόμοια σε καθεστώς βεβαιότητας και αβεβαιότητας ενώ τα nash κόστη ζημίας διαφέρουν εξ' αιτίας της υπόθεσης των στοχαστικών αποθέσεων. Αποδεικνύεται επίσης ότι «main polluters abate more under uncertainty, while pollutes abate more under certainty».

Ο Χάλκος (1997) σε μια δομή θεωρίας παιγνίων και υποθέτοντας ότι η συνάρτηση ζημίας είναι κυρτή, που είναι, αύξουσα σε έναν αυξητικό ρυθμό των αποθέσεων (AD_i) αποδεικνύει ότι κάτω από αυτή την υπόθεση η nash και η Von Stackelberg ισορροπία απλώς συμπίπτουν. Από την άλλη ο Kitsos (1999) διαπραγματεύτηκε το πρόβλημα «low dose effect of carcinogenesis» και πρότεινε μια διαδοχική μέθοδο για τη μέτρηση των «low dose percentile points». Αλλά η προσέγγιση αυτού του σχεδίου πειράματος, για να επιλεγεί εκείνη η περίπτωση που οδηγεί στο χαμηλότερο επίπεδο ρύπανσης δεν εφαρμόζεται σε μεγάλης κλίμακας προβλήματα (για παράδειγμα σε μια περιοχή ενός δήμου ή σε μια χώρα) αφού εφαρμόζεται για θεραπευτικούς σκοπούς ακολουθώντας το Michelis-Menten μοντέλο (Kitsos, 2001, 2002). Δηλαδή, δεν μπορούμε να δημιουργήσουμε μια μολυσμένη περιοχή μόνο και μόνο για να ερευνήσουμε το αποτέλεσμα της χαμηλής «δόσης» ρύπανσης / χημικών στην ανθρώπινη υγεία.

Οι Kaitala *et al.* (1992) και Tahvonen *et al.* (1993) προσδιορίζουν τη συνάρτηση κόστους $C_i(e_i)$, όπου το e_i αντιπροσωπεύει τις φυσικές εκπομπές, «as the minimal cost envelop encompassing» τη συνολική γκάμα εναλλακτικών επιλογών μείωσης του θείου για μια χώρα i σε μια

δεδομένη χρονική περίοδο (περιόδους) του έτους και συμπεριλαμβάνονται τόσο τα κεφαλαιακά όσο και τα λειτουργικά κόστη. Τα κόστη ελέγχου μετρώνται για διάφορες απαιτήσεις μείωσης του θείου και ποικίλουν αναφερόμενα μέχρι και στη μέγιστη τεχνολογικά δυνατή απομάκρυνση. Οι υπολογισμοί είναι βασισμένοι στην αναμενόμενη ζήτηση ενέργειας για το έτος 2000. Τα κόστη μετρώνται σε εκατομμύρια φιλανδικά μάρκα ανά έτος και περιλαμβάνουν τόσο κεφαλαιουχικά όσο και λειτουργικά κόστη. Οι Kaitala et al (1992) χρησιμοποιούν δευτεροβάθμιες προσεγγίσεις στις αυθεντικές γραμμικές συναρτήσεις κόστους και επιλύουν το πρόβλημα εκτίμησης της συνολικής ζημίας από την οξίνιση του περιβάλλοντος εφαρμόζοντας την έμμεση αποκαλυφθείσα μέθοδο προτίμησης που προτάθηκε από τον Mäler (1990).

Οι Χάλκος και Κίτσος (2005) προσδιόρισαν το βέλτιστο επίπεδο ρύπανσης κάτω από υποθέσεις γραμμικών, δευτεροβάθμιων και εκθετικών συναρτήσεων κόστους. Το αντίστοιχα βέλτιστο επίπεδο περιβαλλοντικής πολιτικής έχει εκτιμηθεί με αναλυτικές μορφές στην περίπτωση των γραμμικών και δευτεροβάθμιων ενώ στην περίπτωση των εκθετικών αυτές οι τιμές λήφθηκαν προσεγγιστικά. Μελετήθηκε η εκτίμηση οφέλους και εκτιμήθηκαν αναλυτικές μορφές για αυτό το συγκεκριμένο θέμα. Το θετικό σημείο, τουλάχιστον από μια θεωρητική σκοπιά, είναι ότι και η δευτεροβάθμια και η εκθετική περίπτωση υπακούουν στην ίδια μορφή εκτίμησης οφέλους. Αυτές οι εκτιμήσεις οφέλους μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες μεταξύ διαφορετικών ανταγωνιστικών πολιτικών και φυσικά η πολιτική η οποία οδηγεί στη μεγιστοποίηση είναι η *beneficial* πολιτική.

ΤΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΟΙ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΤΟΥΣ

α) Τα υποδείγματα

Το **1^ο** υπόδειγμα που θα χρησιμοποιήσουμε έχει την παρακάτω μορφή:

$$\text{Log (CO}_2\text{/c)} = f [\text{log (URBAN)} , \text{log (INFMOR)}, \text{log (GNP)}]$$

Όπου, CO₂/c: οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά κεφαλήν¹

URBAN: η αστικοποίηση (urbanization)²

INFMOR: η παιδική θνησιμότητα (infant mortality)³

GNP: το ακαθάριστο εθνικό εισόδημα (gross national product)⁴

Για την εκτίμηση του παραπάνω υποδείγματος το οποίο αντιστοιχεί στο πρώτο περιβαλλοντικό πρόβλημα που εξετάστηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία (φαινόμενο του θερμοκηπίου) χρησιμοποιήθηκαν 61 παρατηρήσεις.

Το **2^ο** υπόδειγμα που θα χρησιμοποιήσουμε έχει την παρακάτω μορφή:

$$\text{Log (SO}_2\text{/c)} = f [\text{log (POP)} , \text{log (GDPPP)}, \text{log (INFMOR)}]$$

Όπου, SO₂/c: οι εκπομπές διοξειδίου του θείου κατά κεφαλήν

POP: πυκνότητα πληθυσμού (population density)⁵

GDPPP: purchasing power parity ⁶

INFMOR: η παιδική θνησιμότητα (infant mortality)

Για την εκτίμηση του παραπάνω υποδείγματος το οποίο αντιστοιχεί στο δεύτερο περιβαλλοντικό πρόβλημα που εξετάστηκε στην

¹ Μονάδα μέτρησης: χιλιάδες τόνοι όπως και για το SO₂/c

² Μονάδα μέτρησης: %

³ Μονάδα μέτρησης: ανά 1000 γεννήσεις

⁴ Μονάδα μέτρησης: \$ (κατά κεφαλήν)

⁵ Μονάδα μέτρησης: ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο

⁶ Μονάδα μέτρησης: \$ (κατά κεφαλήν)

παρούσα πτυχιακή εργασία (όξινη βροχή) χρησιμοποιήθηκαν 48 παρατηρήσεις.

Το 3^ο υπόδειγμα που θα χρησιμοποιήσουμε έχει την παρακάτω μορφή:

$$\text{Damage} = f(\text{deposits}, \text{growth})$$

Όπου, damage: ο αριθμός των δέντρων που έχουν καταστραφεί ⁷

deposits: αποθέσεις θείου ⁸

growth: ο ετήσιος μέσος ρυθμός μεγέθυνσης ⁹

Για την εκτίμηση του παραπάνω υποδείγματος χρησιμοποιήθηκαν 16 παρατηρήσεις. Αυτές οι παρατηρήσεις αποτελούν διαστρωματικά στοιχεία που αναφέρονται σε 16 ευρωπαϊκές χώρες.

β) Οι υποθέσεις των υποδειγμάτων

Οι υποθέσεις που έγιναν για αυτά τα υποδείγματα είναι οι παρακάτω:

1. Υπόθεση της ομοσκεδαστικότητας

Όταν η διακύμανση του διαταρακτικού όρου παραμένει σταθερή για όλες τις τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών ο διαταρακτικός όρος χαρακτηρίζεται από ομοσκεδαστικότητα. Στην αντίθετη περίπτωση υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα. Ένας άλλος λόγος ετεροσκεδαστικότητας είναι η μη ύπαρξη στο υπόδειγμα όλων των ουσιωδών ερμηνευτικών μεταβλητών. Η ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας έχει ως συνέπεια οι OLS (ελαχίστων τετραγώνων) εκτιμητές να είναι αμερόληπτοι, συνεπείς, γραμμικοί, αλλά όχι αποτελεσματικοί. Επίσης δεν είναι BLUE (καλύτεροι γραμμικοί αμερόληπτοι εκτιμητές) ούτε MLE (εκτιμητές μέγιστης πιθανοφάνειας). Τα τυπικά σφάλματα είναι μεροληπτικά και τα t , F δεν ισχύουν.

⁷ Μονάδα μέτρησης: χιλιάδες km^2 (Πηγή SEIY and Halkos)

⁸ Μονάδα μέτρησης: χιλιάδες τόνοι

⁹ Μονάδα μέτρησης: %

Τα κριτήρια ελέγχου της ετεροσκεδαστικότητας είναι τα παρακάτω¹⁰:

- i) Κριτήριο Barlett
- ii) Εξέταση καταλοίπων
- iii) Συντελεστής Συσχετίσεως Spearman
- iv) Κριτήριο Goldfeld and Quadnt
- v) Κριτήριο Glejser
- vi) Κριτήριο Breusch – Pagan - Godfrey
- vii) White's Heteroskedasticity test
- viii) Park Test
- ix) Κριτήριο Λόγου Πιθανοφανειών

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα χρησιμοποιηθεί το White's Heteroskedasticity test.¹¹

2. Υπόθεση της κανονικότητας των καταλοίπων

Ο έλεγχος βασίζεται στα κατάλοιπα που προκύπτουν από την παλινδρόμηση με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων και εξετάζεται αν τα κατάλοιπα ακολουθούν την κανονική κατανομή. Η υπόθεση αυτή έχει μεγάλη σημασία για την αξιοπιστία των εκτιμηθέντων συντελεστών του υποδείγματος. Για αυτό τον έλεγχο μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα κριτήρια:

- i) Jarque-Bera
- ii) X^2 - Chi-square goodness of fit

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα χρησιμοποιηθεί το Jarque-Bera test.

¹⁰ Χρήστου Γεώργιος (2002), Εισαγωγή στην οικονομετρία, Εκδόσεις Gutenberg

¹¹ Ο έλεγχος με το κριτήριο αυτό είναι ένας γενικός έλεγχος, με την έννοια ότι δεν προϋποθέτει ότι οι διαταρακτικοί όροι ακολουθούν την κανονική κατανομή ή δεν προϋποθέτει τον αριθμό των μεταβλητών που προκαλούν την ετεροσκεδαστικότητα (White, 1980).

3. Υπόθεση της ευστάθειας των συντελεστών¹²

Ο έλεγχος της ευστάθειας των συντελεστών γίνεται με τη βοήθεια των σωρευτικών αθροισμάτων (cusum test) ή των τετραγώνων των σωρευτικών αθροισμάτων (cusum square test). Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται τα OLS και τα recursive κατάλοιπα. Όταν οι συντελεστές του υποδείγματος είναι σταθεροί από παρατήρηση σε παρατήρηση τότε η προσδοκώμενη τιμή του σωρευτικού αθροίσματος είναι μηδέν και τα τετράγωνα των σωρευτικών αθροισμάτων είναι ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές που ακολουθούν την κατανομή χ^2 με ένα βαθμό ελευθερίας. Αντιθέτως αν οι συντελεστές δεν είναι σταθεροί η τιμή του σωρευτικού αθροίσματος διαφέρει του μηδενός. Δύο ακόμη τεστ ελέγχου αυτής της υπόθεσης είναι το κριτήριο του Hansen και το chow test.

Στην παρούσα πτυχιακή θα χρησιμοποιηθούν τα δύο πρώτα test.

4. Υπόθεση σωστής εξειδίκευσης¹³

Η σωστή εξειδίκευση αναφέρεται στην καλή ερμηνεία της εξαρτημένης μεταβλητής από τις ανεξάρτητες και σε καλούς αμερόληπτους γραμμικούς εκτιμητές. Αν

- α) δεν έχει συμπεριληφθεί στο υπόδειγμα κάποια σχετική μεταβλητή
- β) έχει συμπεριληφθεί κάποια περιττή μεταβλητή
- γ) υιοθετήθηκε κάποια λανθασμένη συναρτησιακή σχέση
- δ) έχει γίνει κάποιο σφάλμα στις μετρήσεις εξαρτημένης ή ανεξάρτητων μεταβλητών

=> το υπόδειγμα έχει σφάλμα εξειδίκευσης.

Όταν δεν έχουν συμπεριληφθεί σημαντικές μεταβλητές οι εκτιμητές είναι μεροληπτικοί και ασυνεπείς. Όταν έχει συμπεριληφθεί μια περιττή μεταβλητή το μόνο πρόβλημα είναι ότι οι εκτιμημένες

¹² Χρήστου Γεώργιος (2002), Εισαγωγή στην οικονομετρία, Εκδόσεις Gutenberg

¹³ Χάλκος Γεώργιος (2004) , Σημειώσεις Διαλέξεων Οικονομετρίας Ι

διακυμάνσεις παρουσιάζονται πιο μεγάλες. Αν η εξαρτημένη μεταβλητή έχει σφάλματα στις μετρήσεις της, τότε οι OLS εκτιμητές είναι αμερόληπτοι, συνεπείς αλλά λιγότερο αποτελεσματικοί. Αν τέλος υπάχουν σφάλματα στις μετρήσεις των ερμηνευτικών μεταβλητών οι OLS εκτιμητές είναι μεροληπτικοί.

Ο εντοπισμός λάθους εξειδίκευσης γίνεται με τις ακόλουθες μεθόδους:

- i) Εξέταση καταλοίπων
- ii) Durbin Watson statistic
- iii) Ramsey's RESET test
- iv) Lagrange multiplier test

Στην παρούσα πτυχιακή θα χρησιμοποιηθεί το Ramsey's RESET test.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Υπόδειγμα 1

Η εξίσωση παλινδρόμησης που εξήχθη είναι η εξής:

$$\text{LOG}(\text{CO}_2/\text{c}) = 0,93 + 0,1374 \text{ LOG}(\text{URBAN}) - 0,1046 \text{ LOG}(\text{INFMOR}) + 0,007 \text{ LOG}(\text{GNP})$$

Dependent Variable: LOG(CO₂/c)

Method: Least Squares

Sample: 1 61

Included observations: 61

LOG(CO₂/c) = C(1) + C(2)*LOG(URBAN) + C(3) *LOG(INFMOR) + C(4)* LOG(GNP)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.930738	0.117500	7.921206	0.0000
C(2)	0.137410	0.022542	6.095822	0.0000
C(3)	-0.104562	0.014300	-7.311838	0.0000
C(4)	0.006998	0.002906	2.408388	0.0193
R-squared	0.916416	Mean dependent var		1.153551
Adjusted R-squared	0.912017	S.D. dependent var		0.206256
S.E. of regression	0.061180	Akaike info criterion		-2.686681
Sum squared resid	0.213348	Schwarz criterion		-2.548263
Log likelihood	85.94377	Durbin-Watson stat		1.843139

Η εξαρτημένη μεταβλητή LOG (CO₂/c) επηρεάζεται θετικά από τις ανεξάρτητες μεταβλητές LOG (URBAN) και LOG (GNP) ενώ επηρεάζεται αρνητικά από την LOG (INFMOR).

Συγκεκριμένα από αντιλογαριθμοποίηση προκύπτουν τα παρακάτω:

-Η αύξηση κατά μία μονάδα της αστικοποίησης επιφέρει μερική αύξηση στις κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 1,1473 μονάδες διατηρώντας όλες τις άλλες επιδράσεις σταθερές.

-Η αύξηση κατά μία μονάδα της παιδικής θνησιμότητας επιφέρει μερική μείωση στις κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 1,11103 μονάδες διατηρώντας όλες τις άλλες επιδράσεις σταθερές.

-Η αύξηση κατά μία μονάδα του ακαθάριστου εθνικού εισοδήματος επιφέρει μερική αύξηση στις κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 1,007 μονάδες διατηρώντας όλες τις άλλες επιδράσεις σταθερές.

Η **καλή προσαρμογή** του υποδείγματος εκφράζεται ποσοτικά με το συντελεστή προσδιορισμού $R^2 - \text{adj}$. Αν το μοντέλο δεν εξηγεί καμία από τις διακυμάνσεις στα δεδομένα τότε $R^2 - \text{adj}=0$ και αν το μοντέλο έχει τέλεια προσαρμοστικότητα τότε ο συντελεστής πλησιάζει τη μονάδα. Από αποτελέσματα $R\text{-Sq}(\text{adj}) = 91,2\%$ που είναι αρκετά υψηλό. Αυτό σημαίνει ότι οι κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ερμηνεύονται κατά 91,2% από τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Για να ελέγξουμε τη **στατιστική σημαντικότητα** των συντελεστών παλινδρόμησης χρησιμοποιούμε το t-statistic. Η κριτική τιμή για $n-k = 61-3=58$ βαθμούς ελευθερίας και επίπεδο σημαντικότητας 95% είναι περίπου 1,67.

Ο σταθερός όρος και όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν t statistics που είναι κατ' απόλυτη τιμή μεγαλύτερα του 1,67 (7,921, 6,096, -7,312 και 2,408). Άρα, είναι στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

▪ Έλεγχος ετεροσκεδαστικότητας

i) *White's Heteroskedasticity test:*

H_0 : Δεν υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα

H_1 : υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα

Συγκρίνουμε το NR^2 της βοηθητικής παλινδρόμησης με την τιμή της X^2 κατανομής. $NR^2 = 7,1721$ (στο output 1 στο παράρτημα εμφανίζεται ως $\text{Obs} \cdot R\text{-squared}$). Για 9 βαθμούς ελευθερίας όσοι είναι και οι παλινδρομητές και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 95% η τιμή από τους πίνακες της X^2 κατανομής είναι 16,919. Επειδή $NR^2 < X^2$ ($7,1721 < 16,919$) δεν απορρίπτω την H_0 . Άρα δεν υπάρχει ένδειξη ετεροσκεδαστικότητας.

▪ Έλεγχος κανονικότητας καταλοίπων

Ο έλεγχος γίνεται με το κριτήριο Jarque-Bera

H_0 : υπάρχει κανονικότητα στα κατάλοιπα

H_1 : δεν υπάρχει κανονικότητα στα κατάλοιπα

Αν ισχύει η H_0 η στατιστική Jarque-Bera ακολουθεί τη χ^2 κατανομή με 2 βαθμούς ελευθερίας. Τότε η κύρτωση έχει τιμή 3 ($k=3$) και η συμμετρία είναι ίση με 0 ($S=0$).

Από τα αποτελέσματα στο παράρτημα (Graph 1) προκύπτει ότι ο συντελεστής κύρτωσης είναι κοντά στο 3 (3,262) και η συμμετρία είναι κοντά στο 0 (0,03). Η τιμή Jarque-Bera είναι 0,184290 και η τιμή της χ^2 με δύο βαθμούς ελευθερίας και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 95% είναι 5,991. Επειδή $J-B < \chi^2$ ($0,184290 < 5,991$) δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση.

▪ Έλεγχος ευστάθειας των συντελεστών

Με χρήση του cusum test και του cusum square test

H_0 : υπάρχει ευστάθεια συντελεστών

H_1 : δεν υπάρχει ευστάθεια των συντελεστών

Από τα διαγράμματα (Graph 2 και Graph 3) παρατηρείται ότι το σωρευτικό άθροισμα καθώς επίσης και το τετράγωνο των σωρευτικών αθροισμάτων βρίσκονται εντός των ορίων, γεγονός που δείχνει ότι ισχύει η υπόθεση της ευστάθειας των συντελεστών.

▪ Έλεγχος λάθους εξειδίκευσης

Ο έλεγχος γίνεται με τη χρήση του Ramsey Reset test.

H_0 : Δεν υπάρχει πρόβλημα εξειδίκευσης

H_1 : Υπάρχει πρόβλημα εξειδίκευσης

Συγκρίνουμε την τιμή F του output 3 από το πρόγραμμα enviews με την κριτική τιμή F των πινάκων για 2, $n-4$ βαθμούς ελευθερίας και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 95%. Η κριτική τιμή είναι περίπου 3,15. Επειδή $F < F$ πινάκων ($2,6 < 3,15$) δεν απορρίπτω την H_0 . Άρα δεν υπάρχει ένδειξη λάθους εξειδίκευσης.

Υπόδειγμα 2

Η εξίσωση παλινδρόμησης που εξήχθη είναι η εξής:

$$\text{LOG}(\text{SO}_2/\text{c}) = 12,836 + 0,765 \text{ LOG}(\text{POP}) + 0,066 \text{ LOG}(\text{GDPPP}) - 0,526 \text{ LOG}(\text{INFMOR})$$

Dependent Variable: LOG(SO₂/c)

Method: Least Squares

Sample(adjusted): 1 48

Included observations: 48

LOG(SO₂/c) = C(1) + C(2)*LOG(POP) + C(3)*LOG(GDPPP) + C(4)*LOG(INFMOR)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	12.83613	0.500671	25.63787	0.0000
C(2)	0.764633	0.047046	16.25303	0.0000
C(3)	0.066319	0.028734	2.308054	0.0258
C(4)	-0.526387	0.124233	-4.237088	0.0001
R-squared	0.869473	Mean dependent var		13.79978
Adjusted R-squared	0.860573	S.D. dependent var		1.239536
S.E. of regression	0.462842	Akaike info criterion		1.376792
Sum squared resid	9.425785	Schwarz criterion		1.532725
Log likelihood	-29.04300	Durbin-Watson stat		1.608768

Η εξαρτημένη μεταβλητή LOG (SO₂/c) επηρεάζεται θετικά από τις ανεξάρτητες μεταβλητές LOG (POP) και LOG (GDPPP) ενώ επηρεάζεται αρνητικά από την LOG (INFMOR).

Συγκεκριμένα από αντιλογαριθμοποίηση προκύπτουν τα παρακάτω:

-Η αύξηση κατά μία μονάδα της πυκνότητας πληθυσμού επιφέρει μερική αύξηση στις κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 2,14899 μονάδες διατηρώντας όλες τις άλλες επιδράσεις σταθερές.

-Η αύξηση κατά μία μονάδα του purchasing power parity επιφέρει μερική αύξηση στις κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 1,06822 μονάδες διατηρώντας όλες τις άλλες επιδράσεις σταθερές.

-Η αύξηση κατά μία μονάδα της παιδικής θνησιμότητας επιφέρει μερική μείωση στις κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 1,69215 μονάδες διατηρώντας όλες τις άλλες επιδράσεις σταθερές.

Όσον αφορά στην **καλή προσαρμογή** του υποδείγματος από τα αποτελέσματα $R\text{-Sq}(\text{adj}) = 86,06\%$ που είναι αρκετά καλό. Αυτό

σημαίνει ότι οι κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του θείου ερμηνεύονται κατά 86,06 % από τις ανεξάρτητες μεταβλητές

Για τον έλεγχο της **στατιστικής σημαντικότητας** των συντελεστών παλινδρόμησης η κριτική τιμή για $n-k = 48-3=45$ βαθμούς ελευθερίας και επίπεδο σημαντικότητας 95% είναι περίπου 1,68.

Ο σταθερός όρος και όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν t statistics που είναι κατ' απόλυτη τιμή μεγαλύτερα του 1,68 (25,638, 16,253, 2,308 και -4,237). Άρα, είναι στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

▪ Έλεγχος ετεροσκεδαστικότητας

i) *White's Heteroskedasticity test:*

H_0 : Δεν υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα

H_1 : υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα

Συγκρίνουμε το NR^2 της βοηθητικής παλινδρόμησης με την τιμή της X^2 κατανομής. $NR^2 = 16,095$ (output 4 στο παράρτημα). Για 9 βαθμούς ελευθερίας όσοι είναι και οι παλινδρομητές και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 95% η τιμή από τους πίνακες της X^2 κατανομής είναι 16,919. Επειδή $NR^2 < X^2$ ($16,095 < 16,919$) δεν απορρίπτω την H_0 . Άρα δεν υπάρχει ένδειξη ετεροσκεδαστικότητας.

▪ Έλεγχος κανονικότητας καταλοίπων

Ο έλεγχος γίνεται με το κριτήριο Jarque-Bera

H_0 : υπάρχει κανονικότητα στα κατάλοιπα

H_1 : δεν υπάρχει κανονικότητα στα κατάλοιπα

Από τα αποτελέσματα στο παράρτημα (Graph 4) προκύπτει ότι η τιμή Jarque-Bera είναι 1,850043. Η τιμή της X^2 με δύο βαθμούς ελευθερίας και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 95% είναι 5,991. Επειδή $J-B < X^2$ ($1,850043 < 5,991$) δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση.

▪ Έλεγχος ευστάθειας των συντελεστών

Με χρήση του *cusum test* και του *cusum square test*

H₀: υπάρχει ευστάθεια συντελεστών

H₁: δεν υπάρχει ευστάθεια των συντελεστών

Από τα διαγράμματα (Graph 5 και Graph 6) παρατηρείται ότι το σωρευτικό άθροισμα βρίσκεται εντός των ορίων. Το τετράγωνο των σωρευτικών αθροισμάτων βρίσκεται εκτός των ορίων για τις παρατηρήσεις 23-27.

▪ Έλεγχος λάθους εξειδίκευσης

Ο έλεγχος γίνεται με τη χρήση του Ramsey Reset test.

H₀: Δεν υπάρχει πρόβλημα εξειδίκευσης

H₁: Υπάρχει πρόβλημα εξειδίκευσης

Συγκρίνουμε την τιμή F του output 5 από το πρόγραμμα *enviews* με την κριτική τιμή F των πινάκων για 2, n-4 βαθμούς ελευθερίας και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 95%. Η κριτική τιμή είναι περίπου 3,23. Επειδή $F < F$ πινάκων ($0,28 < 3,23$) δεν απορρίπτω την H₀. Άρα δεν υπάρχει ένδειξη λάθους εξειδίκευσης.

Υπόδειγμα 3

Η εξίσωση παλινδρόμησης που εξήχθη είναι η εξής:

$$\text{DAMAGE} = 5220,402 + 0,94 \text{ DEPOSITS} - 1802,621 \text{ GROWTH}$$

Dependent Variable: DAMAGE

Method: Least Squares

Sample(adjusted): 1 16

Included observations: 16 after adjusting endpoints

DAMAGE = C(1) +C(2)*DEPOSITS +C(3)*GROWTH

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	5220.402	702.4320	7.431897	0.0000
C(2)	0.940935	0.071087	13.23630	0.0000
C(3)	-1802.621	293.0104	-6.152072	0.0000
R-squared	0.934616	Mean dependent var		2567.044
Adjusted R-squared	0.924557	S.D. dependent var		3263.949
S.E. of regression	896.5080	Akaike info criterion		16.60225
Sum squared resid	10448445	Schwarz criterion		16.74711
Log likelihood	-129.8180	Durbin-Watson stat		1.897945

Η εξαρτημένη μεταβλητή *Damage* επηρεάζεται θετικά από την ανεξάρτητη μεταβλητή *Deposits* ενώ επηρεάζεται αρνητικά από την *Growth*.

Συγκεκριμένα:

-Η αύξηση κατά μία μονάδα των αποθέσεων θείου επιφέρει μερική αύξηση στη ζημία κατά 0,94 μονάδες διατηρώντας όλες τις άλλες επιδράσεις σταθερές.

-Η αύξηση κατά μία μονάδα του μέσου ετήσιου ρυθμού μεγέθυνσης επιφέρει μερική μείωση στη ζημία κατά 1802,621 μονάδες διατηρώντας όλες τις άλλες επιδράσεις σταθερές.

Όσον αφορά στην **καλή προσαρμογή** του υποδείγματος από τα αποτελέσματα $R-Sq(adj) = 92,45\%$ που είναι πολύ καλό. Αυτό σημαίνει ότι η μεταβλητή *damage* ερμηνεύεται κατά 92,45 % από τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Για τον έλεγχο της **στατιστικής σημαντικότητας** των συντελεστών παλινδρόμησης η κριτική τιμή για $n-k = 16-2=14$ βαθμούς ελευθερίας και επίπεδο σημαντικότητας 95% είναι 1,761.

Ο σταθερός όρος και όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν *t statistics* που είναι κατ' απόλυτη τιμή μεγαλύτερα του 1,761 (7,43, 13,24 και -6,152). Άρα, είναι στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

- Έλεγχος ετεροσκεδαστικότητας

i) *White's Heteroskedasticity test:*

H_0 : Δεν υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα

H_1 : υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα

Συγκρίνουμε το NR^2 της βοηθητικής παλινδρόμησης με την τιμή της X^2 κατανομής. $NR^2 = 2,934$ (output 6 στο παράρτημα). Για 6 βαθμούς ελευθερίας όσοι είναι και οι παλινδρομητές και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 95% η τιμή από τους πίνακες της X^2

κατανομής είναι 12,592. Επειδή $NR^2 < X^2$ ($2,934 < 12,592$) δεν απορρίπτω την H_0 . Άρα δεν υπάρχει ένδειξη ετεροσκεδαστικότητας.

▪ Έλεγχος κανονικότητας καταλοίπων

Ο έλεγχος γίνεται με το κριτήριο Jarque-Bera

H_0 : υπάρχει κανονικότητα στα κατάλοιπα

H_1 : δεν υπάρχει κανονικότητα στα κατάλοιπα

Από τα αποτελέσματα στο παράρτημα (Graph 7) προκύπτει ότι η τιμή Jarque-Bera είναι 1,850043. Η τιμή της X^2 με δύο βαθμούς ελευθερίας και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 95% είναι 0,3928. Επειδή $J-B < X^2$ ($0,3928 < 5,991$) δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση.

▪ Έλεγχος ευστάθειας των συντελεστών

Με χρήση του cusum test και του cusum square test

H_0 : υπάρχει ευστάθεια συντελεστών

H_1 : δεν υπάρχει ευστάθεια των συντελεστών

Από τα διαγράμματα (Graph 8 και Graph 9) παρατηρείται ότι το σωρευτικό άθροισμα καθώς επίσης και το τετράγωνο των σωρευτικών αθροισμάτων βρίσκονται εντός των ορίων, γεγονός που δείχνει ότι ισχύει η υπόθεση της ευστάθειας των συντελεστών.

▪ Έλεγχος λάθους εξειδίκευσης

Ο έλεγχος γίνεται με τη χρήση του Ramsey Reset test.

H_0 : Δεν υπάρχει πρόβλημα εξειδίκευσης

H_1 : Υπάρχει πρόβλημα εξειδίκευσης

Συγκρίνουμε την τιμή F του output 7 από το πρόγραμμα enviews με την κριτική τιμή F των πινάκων για 2, $n-4$ βαθμούς ελευθερίας και για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 95%. Η κριτική τιμή είναι 3,89. Επειδή $F < F$ πινάκων ($1,887 < 3,89$) δεν απορρίπτω την H_0 . Άρα δεν υπάρχει ένδειξη λάθους εξειδίκευσης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα πτυχιακή μελετήσαμε το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της όξινης βροχής. Αναφερθήκαμε στις αιτίες όξυνσης αυτών των φαινομένων, στις συνέπειές τους καθώς επίσης και σε ορισμένα μέτρα που έχουν ληφθεί για την καταπολέμησή τους. Ακόμη συσχέτισαμε τα φαινόμενα αυτά με την οικονομική επιστήμη και παρουσιάσαμε κάποια οικονομικά εργαλεία για την καταπολέμησή τους.

Από την οικονομετρική ανάλυση των τριών σει διαστρωματικών στοιχείων που είχαμε στη διάθεσή μας καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σχετίζονται θετικά με την αστικοποίηση και με το ακαθάριστο εθνικό εισόδημα ενώ σχετίζονται αρνητικά με την παιδική θνησιμότητα. Δηλαδή, όσο αυξάνεται το φαινόμενο της αστικοποίησης και το ακαθάριστο εθνικό εισόδημα θα οξύνεται το πρόβλημα του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ακόμη, οι εκπομπές διοξειδίου του θείου σχετίζονται θετικά με την πυκνότητα του πληθυσμού και με το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν ισοτιμίας αγοραστικών δυνάμεων.

Δηλαδή, όσο αυξάνονται τα δύο τελευταία θα οξύνεται το πρόβλημα της όξινης βροχής. Επίσης η αύξηση των αποθέσεων θείου αυξάνει τη ζημία που προκαλείται στις δασικές εκτάσεις, τη μεγαλύτερη πηγή ζωής του πλανήτη.

Συνοψίζοντας, η αύξηση του Α.Ε.Π, που αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους οικονομικούς στόχους κάθε χώρας συντελεί στην όξυνση των δύο φαινομένων που εξετάστηκαν και αυτά με της σειρά τους οδηγούν εκτός των άλλων και στην καταστροφή των δασικών εκτάσεων. Δηλαδή, στην ίδια την υπονόμευση της ζωής πάνω στον πλανήτη. Γι' αυτό είναι επιτακτική η χρήση των μέτρων που παρουσιάστηκαν (οικονομικών και μη) για τη συνέχιση της ανάπτυξης σε ένα υγιές και φιλικό προς τον άνθρωπο περιβάλλον.

Πίνακας 1: Emission levels in 2000 and in 2020 for three scenarios: CLE, Thematic Strategy (TS) and MTR. Emissions from international shipping are shown separately. (kilotonnes). Πηγή: Swedish NGO secretariat on acid rain

Sulphur dioxide

Country	2000	2020 scenarios		
		CLE	TS	MTR
Austria	38	26	23	22
Belgium	187	83	57	50
Cyprus	46	8	8	3
Czech Rep.	250	53	33	26
Denmark	28	13	12	9
Estonia	91	10	6	3
Finland	77	62	59	46
France	654	345	188	148
Germany	643	332	267	220
Greece	481	110	74	40
Hungary	487	88	20	19
Ireland	132	19	13	10
Italy	747	281	135	113
Latvia	16	8	3	2
Lithuania	43	22	9	5
Luxembourg	4	2	1	1
Malta	26	2	2	1
Netherlands	84	64	45	42
Poland	1515	554	201	167
Portugal	230	81	48	34
Slovakia	124	33	18	13
Slovenia	97	16	6	5
Spain	1489	335	186	155
Sweden	58	50	50	39
UK	1186	209	135	115
SumEU25	8733	2806	1599	1288

Nitrogen oxides

Country	2000	2020 scenarios		
		CLE	TS	MTR
Austria	192	127	108	94
Belgium	333	190	137	117
Cyprus	26	18	14	11
Czech Rep.	318	113	79	64
Denmark	207	105	84	77
Estonia	37	15	10	9
Finland	212	117	89	71
France	1447	819	626	540
Germany	1645	808	694	622
Greece	322	209	169	145
Hungary	188	83	61	45
Ireland	129	63	50	42
Italy	1389	663	534	457
Latvia	35	15	11	10
Lithuania	49	27	21	16
Luxembourg	33	18	13	12
Malta	9	4	2	2
Netherlands	399	240	201	186
Poland	843	364	276	221
Portugal	263	156	127	106
Slovakia	106	60	45	36
Slovenia	58	24	20	17
Spain	1335	681	519	447
Sweden	251	150	121	100
UK	1753	817	646	518
SumEU25	11579	5886	4657	3965

Volatile organic compounds

Country	2000	2020 scenarios		
		CLE	TS	MTR
Austria	190	139	130	95
Belgium	242	147	118	114
Cyprus	13	6	6	5
Czech Rep.	242	120	97	72
Denmark	128	58	54	40
Estonia	34	17	15	12
Finland	171	97	90	63
France	1542	924	846	682
Germany	1528	777	741	652
Greece	280	144	110	81
Hungary	169	91	73	57
Ireland	88	47	37	31
Italy	1738	735	691	591
Latvia	52	28	23	13
Lithuania	75	44	39	23
Luxembourg	13	8	7	6
Malta	5	2	2	2
Netherlands	265	204	161	149
Poland	582	321	296	223
Portugal	260	164	147	115
Slovakia	88	65	59	33
Slovenia	54	21	19	13
Spain	1121	702	571	445
Sweden	305	179	153	121
UK	1474	880	766	663
SumEU25	10659	5920	5251	4301

Ammonia

Country	2000	2020 scenarios		
		CLE	TS	MTR
Austria	54	54	50	28
Belgium	81	76	59	47
Cyprus	6	6	5	3
Czech Rep.	74	65	43	38
Denmark	91	78	62	41
Estonia	10	12	8	5
Finland	35	32	29	23
France	728	702	521	390
Germany	638	603	453	435
Greece	55	52	44	34
Hungary	78	85	48	41
Ireland	127	121	108	94
Italy	432	399	300	261
Latvia	12	16	12	8
Lithuania	50	57	50	40
Luxembourg	7	6	5	4
Malta	1	1	1	1
Netherlands	157	140	105	101
Poland	309	333	221	169
Portugal	68	67	62	42
Slovakia	32	33	23	17
Slovenia	18	20	14	10
Spain	394	370	285	199
Sweden	53	49	44	31
UK	315	310	220	204
SumEU25	3825	3687	2772	2266

Particulates (PM2.5)

Country	2000	2020 scenarios		
		CLE	TS	MTR
Austria	37	27	22	20
Belgium	43	24	17	16
Cyprus	2	2	2	1
Czech Rep.	66	18	13	12
Denmark	22	13	12	10
Estonia	22	6	5	2
Finland	36	27	26	16
France	290	167	114	101
Germany	171	111	90	83
Greece	49	41	31	23
Hungary	60	22	9	8
Ireland	14	9	8	6
Italy	209	100	75	69
Latvia	7	4	3	2
Lithuania	17	12	9	5
Luxembourg	3	2	2	2
Malta	1	0	0	0
Netherlands	36	26	22	20
Poland	215	102	62	53
Portugal	46	37	24	21
Slovakia	18	14	7	6
Slovenia	15	6	3	3
Spain	169	91	64	56
Sweden	67	40	38	23
UK	129	68	54	48
SumEU25	1744	969	712	606

International shipping

Sea region	2000	2020 scenarios	
		CLE	MTR
Baltic Sea	242	225	75
North Sea	460	423	141
NE Atlantic	396	632	122
Mediterranean	1237	2003	388
Black Sea	83	133	26
Sum Ships	2418	3416	752

Nitrogen oxides

Sea region	2000	2020 scenarios	
		CLE	MTR
Baltic Sea	349	517	59
North Sea	659	971	111
NE Atlantic	566	834	95
Mediterranean	1808	2711	310
Black Sea	118	174	20
Sum Ships	3500	5207	595

Particulates (PM2.5)

Sea region	2000	2020 scenarios	
		CLE	MTR
Baltic Sea	21	29	28
North Sea	40	54	53
NE Atlantic	34	56	46
Mediterranean	108	179	146
Black Sea	7	12	10
Sum Ships	210	330	283

Πίνακας 2: Health and environmental impacts in 2000 and in 2020 for three scenarios. Πηγή: Swedish NGO secretariat on acid rain

PM: Life years lost (million).

Country	2000	2020 scenarios		
		CLE	TS	MTFR
Austria	3.28	2.45	1.95	1.72
Belgium	7.61	5.13	4.10	3.72
Cyprus	0.21	0.18	0.18	0.18
Czech Rep.	5.05	3.32	2.41	2.16
Denmark	1.74	1.32	1.09	0.95
Estonia	0.26	0.20	0.18	0.16
Finland	0.74	0.63	0.60	0.53
France	26.09	17.95	13.96	12.25
Germany	43.30	30.70	22.86	20.76
Greece	3.96	3.07	2.85	2.73
Hungary	5.61	3.99	2.85	2.59
Ireland	0.80	0.53	0.41	0.36
Italy	30.16	17.70	14.27	12.98
Latvia	0.56	0.47	0.42	0.38
Lithuania	1.18	0.97	0.84	0.76
Luxembourg	0.24	0.17	0.12	0.11
Malta	0.12	0.09	0.08	0.08
Netherlands	10.55	7.48	5.65	5.09
Poland	19.17	13.00	10.15	9.35
Portugal	2.74	1.72	1.38	1.20
Slovakia	2.57	1.80	1.31	1.17
Slovenia	0.92	0.67	0.52	0.46
Spain	12.04	7.49	6.25	5.74
Sweden	1.70	1.31	1.16	0.97
UK	22.29	15.03	10.93	9.65
Sum EU25	202.9	137.4	106.5	96.05

PM: Premature deaths.

Country	2000	2020 scenarios		
		CLE	TS	MTFR
Austria	5500	4590	3660	3230
Belgium	12880	10030	8010	7280
Cyprus	230	270	260	260
Czech Rep.	9070	6450	4680	4190
Denmark	3270	2730	2250	1960
Estonia	630	410	360	320
Finland	1270	1250	1200	1070
France	42090	34740	27010	23700
Germany	75040	62590	46610	42330
Greece	7230	6910	6410	6140
Hungary	12870	8410	6000	5460
Ireland	1170	960	760	650
Italy	50690	37890	30580	27840
Latvia	1330	910	810	730
Lithuania	2190	1680	1450	1310
Luxembourg	320	290	200	180
Malta	192	206	190	182
Netherlands	15440	13970	10550	9510
Poland	32850	24890	19440	17890
Portugal	5040	3540	2830	2460
Slovakia	4250	3390	2470	2210
Slovenia	1580	1280	1010	890
Spain	19940	14190	11830	10880
Sweden	3280	2680	2380	1990
UK	39470	27370	19910	17570
Sum EU25	347822	271626	210860	190232

Ozone: Premature deaths.

Country	2000	2020 scenarios		
		CLE	TS	MTFR
Austria	435	369	335	307
Belgium	364	381	374	350
Cyprus	33	42	41	39
Czech Rep.	521	414	367	333
Denmark	171	175	167	153
Estonia	22	20	19	17
Finland	58	71	66	62
France	2780	2750	2490	2300
Germany	4150	3790	3500	3222
Greece	711	789	752	710
Hungary	720	515	458	415
Ireland	71	96	91	86
Italy	5030	4710	4380	4085
Latvia	74	67	61	41
Lithuania	55	53	49	45
Luxembourg	16	16	15	14
Malta	21	25	25	23
Netherlands	415	460	450	420
Poland	1390	1240	1110	1019
Portugal	438	485	451	417
Slovakia	248	209	185	167
Slovenia	119	105	95	87
Spain	2030	2120	1880	1747
Sweden	196	206	193	180
UK	1320	1650	1610	1533
Sum EU25	21388	20758	19164	17772

Acidification forest soils (sq km exceeded)

Country	2000	2020 scenarios		
		CLE	TS	MTFR
Austria	5241	1625	801	162
Belgium	3618	1643	1002	868
Cyprus	0	0	0	0
Czech Rep.	14815	5485	1553	334
Denmark	956	172	43	9
Estonia	62	0	0	0
Finland	3802	2220	1746	874
France	20951	7091	4144	1131
Germany	74572	44339	23469	13281
Greece	82	0	0	0
Hungary	415	117	34	4
Ireland	1957	959	722	380
Italy	2083	657	244	241
Latvia	174	130	2	0
Lithuania	357	118	55	1
Luxembourg	328	128	13	0
Malta	0	0	0	0
Netherlands	3335	3045	2658	1975
Poland	52104	17356	927	177
Portugal	285	53	18	0
Slovakia	4130	1247	523	64
Slovenia	116	0	0	0
Spain	876	34	0	0
Sweden	42912	27734	22979	15197
UK	9717	4632	2353	1193
Sum EU25	242888	118785	63286	35891

Eutrophication (sq km exceeded)

Country	2000	2020 scenarios		
		CLE	TS	MTFR
Austria	34137	30730	27244	18795
Belgium	6134	4023	2246	1544
Cyprus	2296	3056	2363	635
Czech Rep.	17481	14072	6550	2193
Denmark	1597	1126	321	25
Estonia	2853	1409	1045	0
Finland	59985	34468	14991	0
France	171610	141840	98268	36132
Germany	102867	100868	97912	91449
Greece	10392	9993	7166	269
Hungary	3302	2630	1590	498
Ireland	1015	294	29	0
Italy	74548	57135	31727	15319
Latvia	16277	11399	4364	138
Lithuania	11209	10647	8182	575
Luxembourg	901	767	480	371
Malta	0	0	0	0
Netherlands	2158	1970	1640	867
Poland	78442	71871	58824	16209
Portugal	3280	1323	159	0
Slovakia	16179	10962	5139	794
Slovenia	4006	3739	3205	884
Spain	54410	42207	26605	5638
Sweden	48176	29702	15620	1051
UK	9792	4029	356	0
Sum EU25	733047	590260	416026	193386

Ozone forests (sq km exceeded)

Country	2000	2020 scenarios		
		CLE	TS	MTFR
Austria	38733	38733	38733	16743
Belgium	5983	5983	5974	5974
Cyprus	1370	1370	1370	303
Czech Rep.	25255	25255	25255	3631
Denmark	3895	3247	3189	990
Estonia	457	0	0	0
Finland	772	0	0	0
France	142272	141563	131881	87502
Germany	106613	106237	106217	85706
Greece	32773	32773	32416	8180
Hungary	19004	19004	19004	0
Ireland	2713	666	294	46
Italy	91523	91523	91523	90486
Latvia	2659	193	193	0
Lithuania	9232	1148	872	0
Luxembourg	1054	1054	1054	1054
Malta	9	9	9	9
Netherlands	3018	3016	2979	2925
Poland	97249	92543	62418	17
Portugal	28542	28340	26600	9409
Slovakia	21048	21048	14809	8
Slovenia	13371	13371	13371	2762
Spain	109150	109150	108215	61195
Sweden	55960	13667	5040	152
UK	14406	8624	7303	4282
Sum EU25	827061	758517	698719	381374

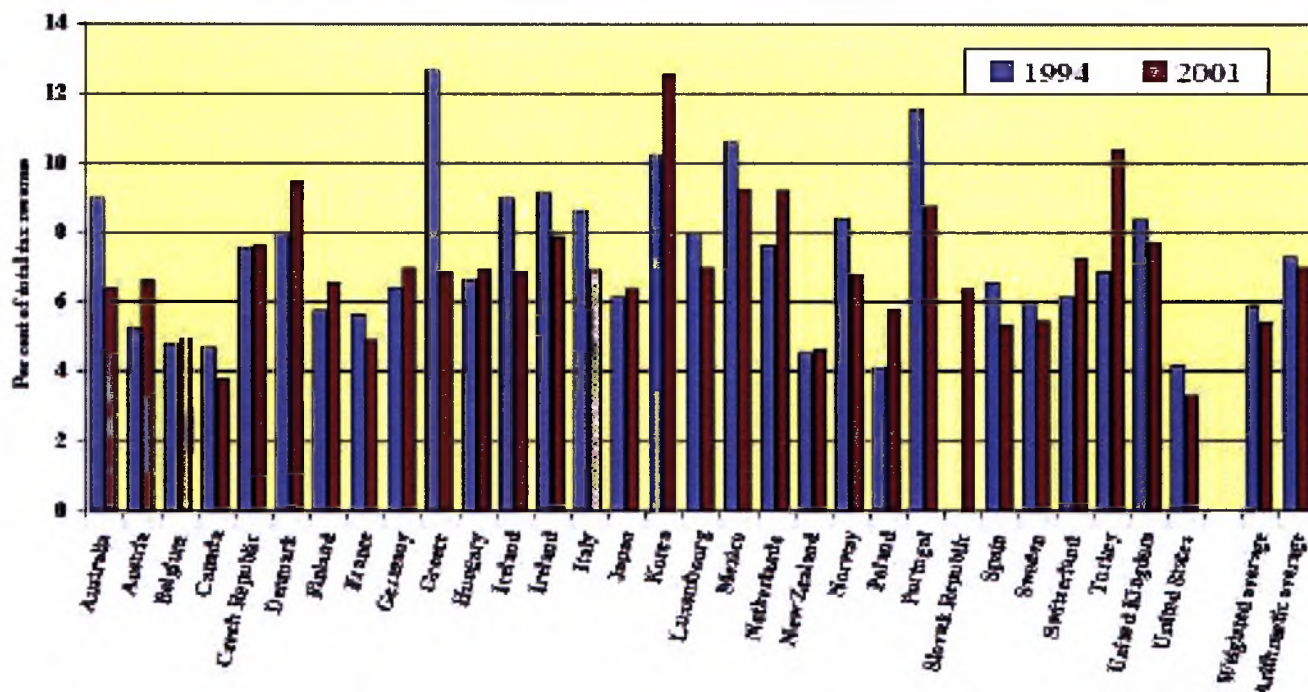
Πίνακας 3: Εκπομπές SO₂ σε διάφορες ζώνες του πλανήτη για τα CLE και MTRF σενάρια του προγράμματος CAFE. Οι εκπομπές από τη διεθνή ναυτιλία και τις αερομεταφορές δε συμπεριλαμβάνονται. (σε εκατ. τόνους) Πηγή: Swedish NGO secretariat on acid rain

Region	Current legislation (CLE)					Max. techn. feasible red. (MFR)		
	1990	2000	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Western Europe	17.9	7.9	3.8	3.1	2.9	1.4	1.3	1.2
Central and Eastern Europe	11.1	5.9	4.1	2.6	2.3	0.8	0.6	0.6
Newly Indep. States	19.5	11.1	7.8	6.0	6.3	1.8	1.7	1.7
Centrally Planned Asia and China	22.0	28.4	30.9	31.1	29.4	6.7	6.6	6.4
South Asia	4.8	7.6	11.0	17.3	22.5	1.9	2.6	3.3
Pacific OECD	2.7	2.6	2.8	2.1	1.5	0.6	0.5	0.5
Other Pacific Asia	5.1	4.3	5.4	6.9	8.7	1.5	1.8	2.0
North America	24.4	18.5	16.4	15.9	17.5	2.9	3.2	3.3
Latin America and Caribbean	6.7	6.2	6.8	5.8	5.3	1.8	1.8	1.7
Middle East and North Africa	3.1	5.0	3.5	2.8	2.4	0.8	0.7	0.7
Sub-Saharan Africa	4.8	5.4	4.9	5.2	5.8	1.3	1.3	1.3
World Total	122.1	102.9	97.4	98.9	104.5	21.5	22.2	22.7

Πίνακας 4: Εκπομπές NO_x σε διάφορες ζώνες του πλανήτη για τα CLE και MTRF σενάρια του προγράμματος CAFE. Οι εκπομπές από τη διεθνή ναυτιλία και τις αερομεταφορές δε συμπεριλαμβάνονται. (σε εκατ. τόνους) Πηγή: Swedish NGO secretariat on acid rain

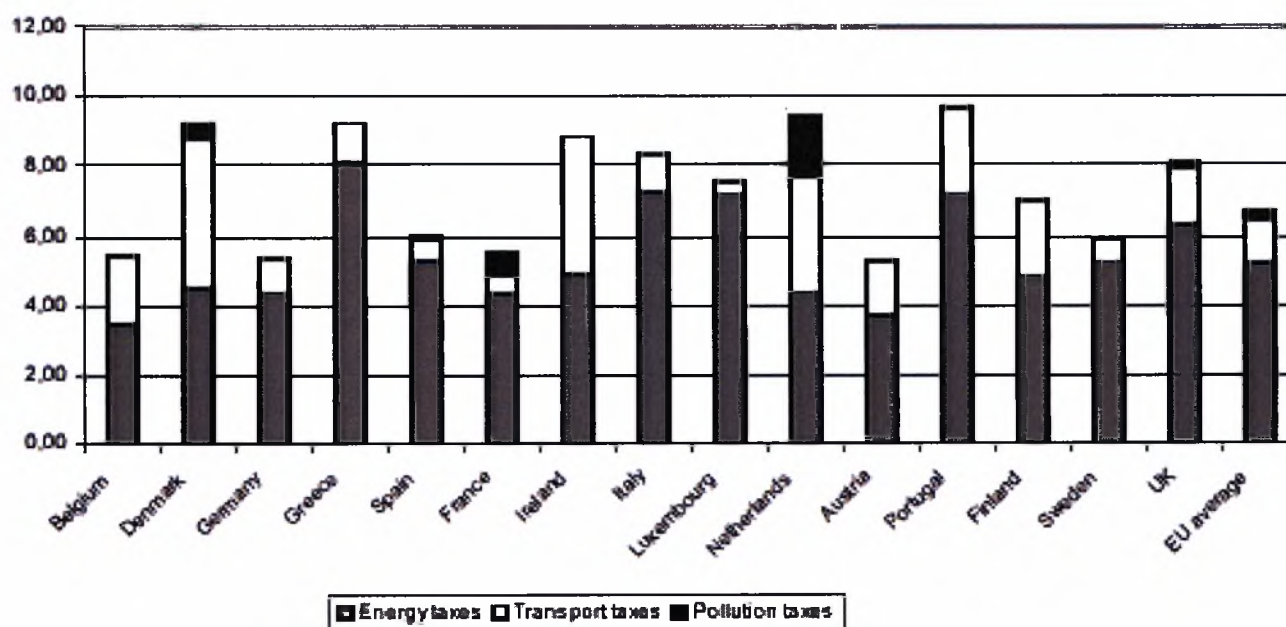
			Current legislation (CLE)			Max. techn. feasible red. (MFR)		
Region	1990	2000	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Western Europe	14.1	10.8	7.5	6.0	6.1	2.8	3.0	3.1
Central and Eastern Europe	3.5	2.8	2.0	1.7	1.8	0.6	0.6	0.7
Newly Indep. States	11.2	7.2	6.7	5.9	6.7	1.5	1.6	1.8
Centrally Planned Asia and China	7.8	12.3	13.8	15.0	16.2	3.7	4.2	4.5
South Asia	3.1	5.4	7.6	9.7	11.6	1.9	2.4	2.9
Pacific OECD	3.7	3.7	3.4	3.2	2.8	1.2	1.1	1.0
Other Pacific Asia	3.5	5.6	5.8	6.9	8.2	1.6	2.0	2.4
North America	23.4	19.9	18.3	20.8	22.2	5.7	6.3	6.8
Latin America and Caribbean	5.5	6.4	6.0	5.8	6.3	1.3	1.5	1.7
Middle East and North Africa	2.6	3.3	2.6	2.8	3.1	0.7	0.8	0.8
Sub-Saharan Africa	2.6	3.7	3.7	4.8	6.7	1.1	1.2	1.4
World Total	81.0	81.1	77.3	82.5	91.6	22.1	24.7	27.1

Διάγραμμα 1: Περιβαλλοντικοί φόροι στις χώρες του ΟΟΣΑ. Εσοδα από περιβαλλοντικούς φόρους ως ποσοστό του συνόλου φορολογίας. Πηγή: OECD, 2003



Διάγραμμα 2: Διάρθρωση περιβαλλοντικών φόρων στην EU-15. Πηγή: Eurostat

Structures of revenues from environmental taxes as % of total revenues from taxes and social contributions in EU Member States, 1997. Eurostat provisional data



ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 1

$$\text{LOG}(\text{CO2}/c)=0,93+0,1374 \text{ LOG}(\text{URBAN})-0,1046 \text{ LOG}(\text{INFMOR})+0,007 \text{ LOG}(\text{GNP})$$

Output 1:

White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	0.755039	Probability	0.657406
Obs*R-squared	7.172139	Probability	0.619203

Test Equation:

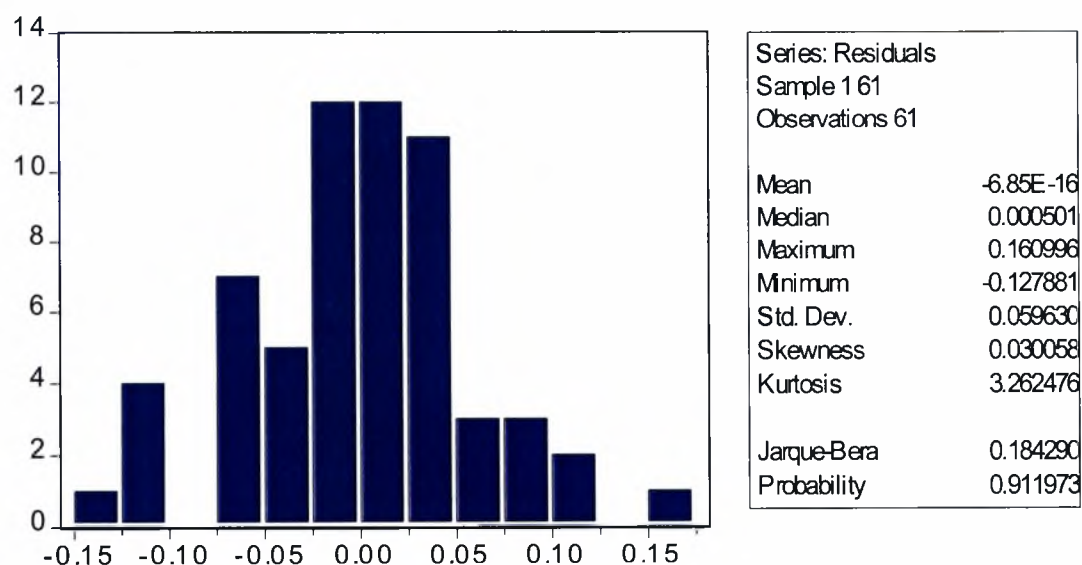
Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

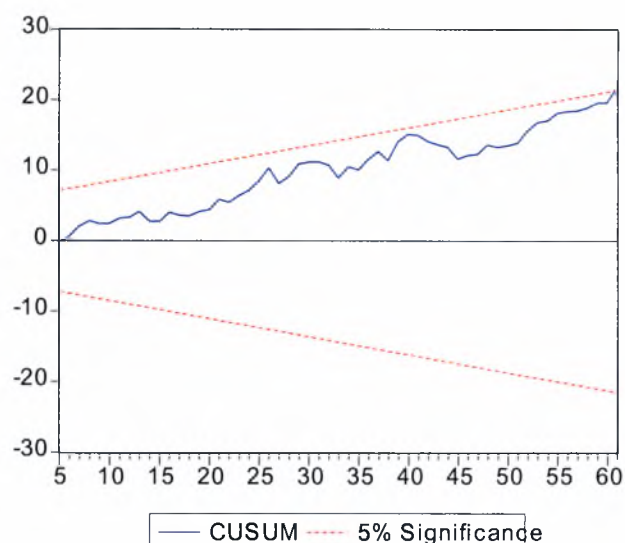
Sample: 1 61

Included observations: 61

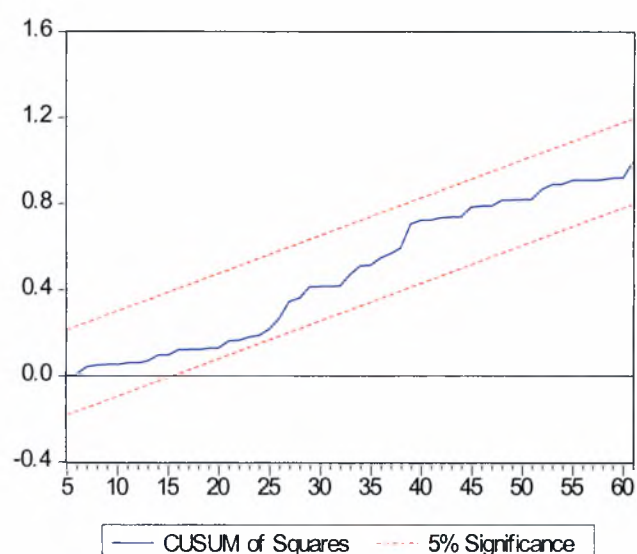
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.119278	0.122489	0.973787	0.3348
LOG(URBAN)	-0.015896	0.042514	-0.373903	0.7100
LOGURBAN^2	0.001249	0.004367	0.286095	0.7760
LOG(URBAN)*LOG(INFMOR)	0.002048	0.004538	0.451352	0.6536
LOG(URBAN)*LOG(GNP)	0.000596	0.001265	0.470917	0.6397
LOG(INFMOR)	-0.045137	0.030827	-1.464191	0.1493
LOGINFMOR^2	0.004709	0.002415	1.949741	0.0567
LOG*(INFMOR)*LOG(GNP)	0.001545	0.000820	1.883246	0.0654
LOG(GNP)	-0.008625	0.006636	-1.299750	0.1995
LOGGNP^2	0.000106	6.24E-05	1.705841	0.0941
R-squared	0.117576	Mean dependent var	0.003498	
Adjusted R-squared	-0.038146	S.D. dependent var	0.005304	
S.E. of regression	0.005405	Akaike info criterion	-7.454288	
Sum squared resid	0.001490	Schwarz criterion	-7.108243	
Log likelihood	237.3558	F-statistic	0.755039	
Durbin-Watson stat	2.006709	Prob(F-statistic)	0.657406	

Graph 1:

Graph 2:



Graph 3:



Output 3:

Ramsey RESET Test:

F-statistic	2.600574	Probability	0.083338
Log likelihood ratio	5.511852	Probability	0.063550

Test Equation:

Dependent Variable: LOG(CO₂/c)

Method: Least Squares

Sample: 1 61

Included observations: 61

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.085892	3.170712	-0.657862	0.5134
LOG (URBAN)	-0.552485	0.748987	-0.737642	0.4639
LOG (INFMOR)	0.406744	0.579450	0.701948	0.4857
LOG (GNP)	-0.018542	0.037411	-0.495631	0.6221
FITTED^2	5.199257	4.988258	1.042299	0.3018
FITTED^3	-1.785500	1.494829	-1.194451	0.2374
R-squared	0.923637	Mean dependent var	1.153551	
Adjusted R-squared	0.916695	S.D. dependent var	0.206256	
S.E. of regression	0.059531	Akaike info criterion	-2.711465	
Sum squared resid	0.194915	Schwarz criterion	-2.503838	
Log likelihood	88.69969	F-statistic	133.0490	
Durbin-Watson stat	2.095182	Prob(F-statistic)	0.000000	

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 2Output 4:

White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	2.130017	Probability	0.050786
Obs*R-squared	16.09524	Probability	0.064919

Test Equation:

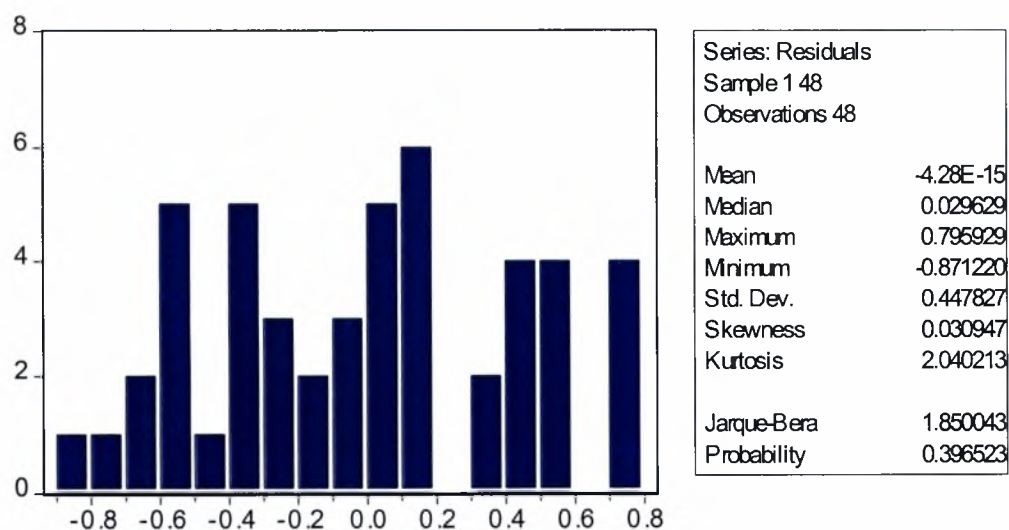
Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

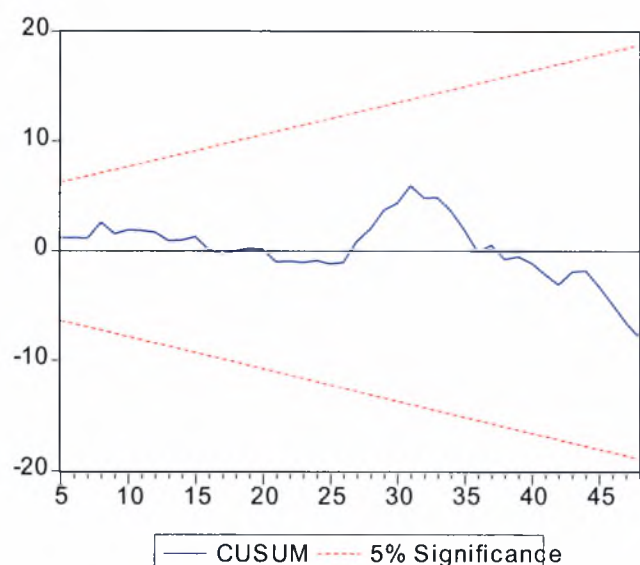
Sample: 1 48

Included observations: 48

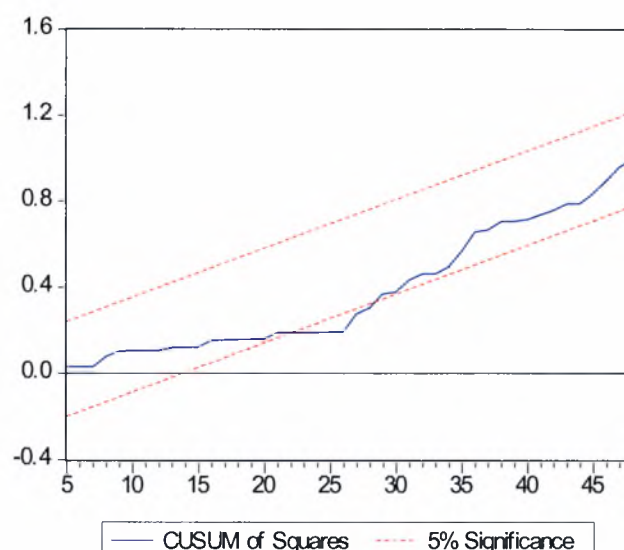
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.393032	1.092335	-0.359809	0.7210
LOGPOP	-0.231600	0.160910	-1.439311	0.1582
LOGPOP^2	-0.002453	0.009190	-0.266940	0.7910
LOGPOP*LOGGDPPP	0.005368	0.009164	0.585745	0.5615
LOGPOP*LOGINFMOR	0.061511	0.034523	1.781758	0.0828
LOGGDPPP	-0.077418	0.161520	-0.479310	0.6345
LOGGDPPP^2	0.004344	0.010392	0.418030	0.6783
LOGGDPPP*LOGINFMOR	0.017292	0.024176	0.715257	0.4788
LOGINFMOR	0.570290	0.587394	0.970882	0.3377
LOGINFMOR^2	-0.105676	0.082000	-1.288726	0.2053
R-squared	0.335318	Mean dependent var	0.196371	
Adjusted R-squared	0.177893	S.D. dependent var	0.202399	
S.E. of regression	0.183516	Akaike info criterion	-0.369980	
Sum squared resid	1.279766	Schwarz criterion	0.019853	
Log likelihood	18.87953	F-statistic	2.130017	
Durbin-Watson stat	1.723630	Prob(F-statistic)	0.050786	

Graph 4:

Graph 5:



Graph 6:



Output 5:

Ramsey RESET Test:

F-statistic	0.281195	Probability	0.756291
Log likelihood ratio	0.638466	Probability	0.726706

Test Equation:

Dependent Variable: LOG (SO₂/c)

Method: Least Squares

Sample: 1 48

Included observations: 48

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	88.58588	102.1505	0.867209	0.3908
LOG(POP)	7.657948	9.327392	0.821017	0.4163
LOG(GDPPP)	0.670029	0.817360	0.819748	0.4170
LOG(INFMOR)	-5.255129	6.398830	-0.821264	0.4161
FITTED^2	-0.672954	0.905307	-0.743344	0.4614
FITTED^3	0.016601	0.022238	0.746485	0.4595
R-squared	0.871197	Mean dependent var	13.79978	
Adjusted R-squared	0.855864	S.D. dependent var	1.239536	
S.E. of regression	0.470593	Akaike info criterion	1.446824	
Sum squared resid	9.301239	Schwarz criterion	1.680724	
Log likelihood	-28.72377	F-statistic	56.81607	
Durbin-Watson stat	1.674884	Prob(F-statistic)	0.000000	

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 3Output 6:

White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	0.449040	Probability	0.804988
Obs*R-squared	2.933653	Probability	0.710214

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

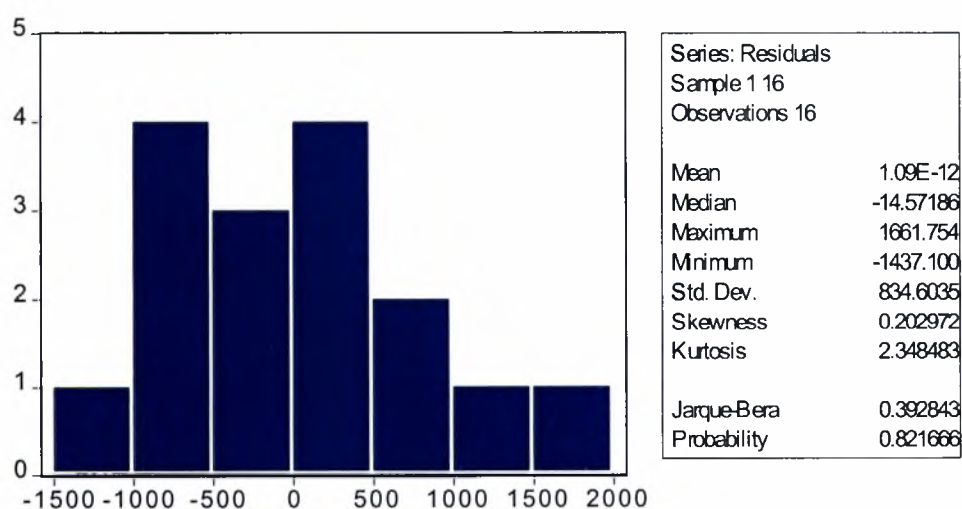
Method: Least Squares

Sample: 1 16

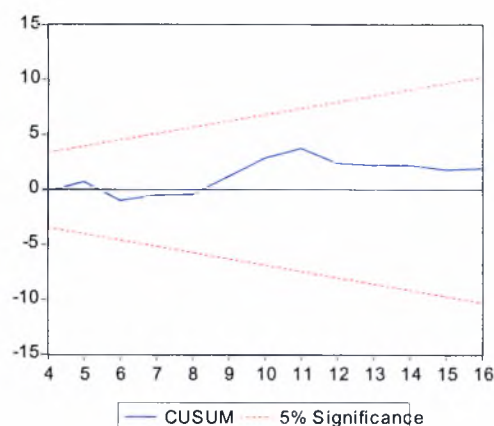
Included observations: 16

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1012321.	1685073.	-0.600758	0.5614
DEPOSIB	1069.386	1219.589	0.876841	0.4011
DEPOSIB^2	-0.013933	0.034741	-0.401068	0.6968
DEPOSIB*GROWTH	-303.7881	480.8234	-0.631808	0.5417
GROWTH	902501.7	1324542.	0.681369	0.5111
GROWTH^2	-111476.4	291827.3	-0.381995	0.7105

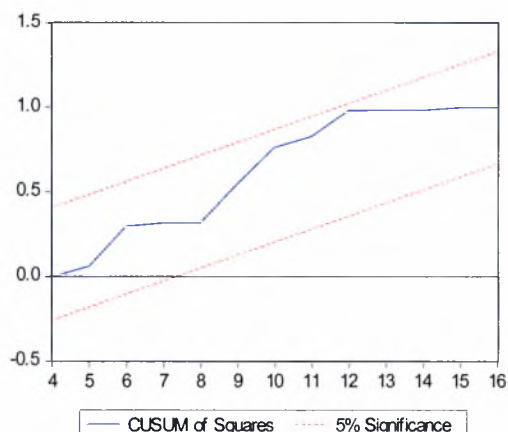
R-squared	0.183353	Mean dependent var	653027.8
Adjusted R-squared	-0.224970	S.D. dependent var	783192.9
S.E. of regression	866825.0	Akaike info criterion	30.46306
Sum squared resid	7.51E+12	Schwarz criterion	30.75278
Log likelihood	-237.7045	F-statistic	0.449040
Durbin-Watson stat	2.243318	Prob(F-statistic)	0.804988

Graph 7:

Graph 8:



Graph 9:



Output 7:

Ramsey RESET Test:

F-statistic	1.887366	Probability	0.197379
Log likelihood ratio	4.720370	Probability	0.094403

Test Equation:

Dependent Variable: DAMAGE

Method: Least Squares

Sample: 1 16

Included observations: 16

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1887.771	1910.928	0.987882	0.3444
GROWTH	-563.6970	701.0967	-0.804022	0.4384
DEPOSIB	0.411975	0.396779	1.038299	0.3214
FITTED^2	0.000205	0.000109	1.869412	0.0884
FITTED^3	-1.27E-08	7.73E-09	-1.639392	0.1294
R-squared	0.951320	Mean dependent var	2567.044	
Adjusted R-squared	0.933619	S.D. dependent var	3263.949	
S.E. of regression	840.9420	Akaike info criterion	16.55723	
Sum squared resid	7779018.	Schwarz criterion	16.79866	
Log likelihood	-127.4578	F-statistic	53.74188	
Durbin-Watson stat	2.070049	Prob(F-statistic)	0.000000	

* Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα πτυχιακή είναι στη διάθεση του κ. Χάλκου Ε. Γεωργίου, καθηγητή οικονομετρίας και στατιστικής στο τμήμα οικονομικών επιστημών του πανεπιστημίου Θεσσαλίας

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**A. Ξένη**

1. **Alcano, J. and G.J.J. Kreileman** (1996) "Emission scenarios and Global climate protection" *Global Environmental Change*, 6, 305-334
2. **Azar, C. and H. Rohde** (1997), "Targets for stabilization of atmospheric CO₂", *Science*, 276, 1818-1819
3. **Frankhauser, S., R.S.J. Tol and D.W. Pearce** (1997), "The Aggregation of climate change damages: a welfare theoretic approach", *Environmental and resource economics*, 10, 249-266
4. **German Advisory Council on Global Change** (1995), Scenario for the derivation of global CO₂ reduction targets and implementation strategies, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven
5. **Halkos G. and Hutton J. P.** (1994), A game-theoretic approach to pollution control problems, Discussion Paper **9405**, Department of Environmental Economics and Environmental Management, Univ. of York.
6. **Halkos, G.** (1995), An evaluation of the direct cost of abatement under the main desulfurization technologies, *Energy Sources*, **17(4)**, 391-412 .
7. **Halkos, G.** (1996), Incomplete information in the acid rain game, *Empirica Journal of Applied Economics and Economic Policy*, **23(2)**, 129-148 .
8. **Halkos, G.** (1997), Modelling optimal nitrogen oxides abatement in Europe, *International Journal of Energy, Environment, Economics*, **5 (3/4)**, 233-248.
9. **Halkos, G. and Hutton, J.P.** (1995) Optimal acid rain abatement policy in Europe: an analysis for the year 2000, *Energy Economics*, **17(4)**, 259-275
10. **Halkos G. and C. Kitsos** (2005), Optimal Pollution Level: A theoretical identification, *Applied Economics*, **37**: 1475-1483

11. **Hammit, J.K., R.J. Lempert and M.E. Schlesinger** (1992), "A sequential-decision strategy for abating climate change", *Nature*, 357,315-318
12. **Kaitala, V., Pohjola, M. and Tahvonen, O.** (1992), Transboundary air pollution and soil acidification: A dynamic analysis of an acid rain game between Finland and the USSR. *Environmental and Resource Economics*, **2**, 161-181
13. **Kitsos C. P.** (1999), Optimal designs for estimating the percentiles of the risk in multistage models in carcinogenesis. *Biometrical Journal*, **41**, 33-43.
14. **Kitsos C. P.** (2001), Design aspects for the Michaelis-Menten model. *Biometrical Letters*, **38**, 53-66.
15. **Kitsos, C.P.** (2002), The simple linear calibration problem as an optimal experimental design, *Communications in Statistics. Theory and Methods*, **31**, 1167-1177.
16. **Legget, J., W.J. Pepper and R.J. Swart** (1992), "Emissions scenarios for the IPCC: An update", in J.T. Houghton, B.A. Callander and S.K. Varney (eds.), *climate change 1992- the supplementary report to the IPCC scientific assessment*, p.p. 71-95, Cambridge University Press, Cambridge
17. **Maddison, D.J.** (1995), "A cost – benefit analysis of slowing climate change", *Energy Policy*, 23 (4/5), 337-346
18. **Mäler, K.G.** (1989) The acid rain game, in *Valuation, methods and policy making in environmental economics*, (Ed.) H. Folmer and E. Ireland, Chapter 12.
19. **Mäler, K. G.** (1990) International environmental problems. *Oxford Review of economic policy*, **6(1)**, 80-108.
20. **Manne, A.S. and R.G. Richels** (1998), "On stabilizing CO₂ concentrations – cost effective emission reduction strategies", *Environmental Modelling and Assessment*, 2, 251-265
21. **Newbery, D.** (1990) Acid rain; *Economic Policy*, **11**, 288-346.
22. **Newbery, D.** (1993) The impact of EC environmental policy on British coal, *Oxford Review of Economic Policy*, **9(4)**, 66-95.

23. **Nordhaus, W.D.** (1991), "To slow or not to slow: The Economics of the Greenhouse effect", *Economic Journal*, 101, 920-937
24. **Nordhaus, W.D.** (1992), "An optimal transition Path for controlling greenhouse gases", *Science*, 258, 1315-1319
25. **Nordhaus, W.D.** (1994), *Managing the global commons: The Economics of climate change*, The MIT Press, Cambridge
26. **Nordhaus, W.D. and Z. Yang** (1996), "RICE: A regional dynamic general equilibrium model of optimal climate change policy", *American Economic Review*
27. **Perman Roger, Ma Yue, McGilvray James** (1996), *Natural Resource and Environmental Economics*, Longman, London and New York
28. **Tol, R.S.J.** (1995), "The damage costs of climate change towards more comprehensive calculations", *Environmental and Resource Economics*, 5, 353-374
29. **Wigley, T.M.L., R.G. Richels and J.A. Edmonds** (1996), "Economic and Environmental Choices in the Stabilization of atmospheric CO₂ Concentrations", *Nature*, 379, 240-243

Β. Ελληνική

1. **Ζερεφός Σ. Χρήστος**, 1984: «Μαθήματα Φυσικής της Ατμόσφαιρας και Φυσικής του Περιβάλλοντος» Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. σ. 381
2. **Κατσούλης Χρήστος**, 1989: «Στοιχεία Φυσικής του Περιβάλλοντος» Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. σ. 235
3. **Μελάς Δημήτριος**, 1997: «Διασπορά Αερίων Ρύπων» Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σ. 52
4. **Χάλκος Ε. Γεώργιος** (2004), «Σημειώσεις Διαλέξεων Οικονομετρίας Ι», Τμήμα Οικονομικών Επιστημών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
5. **Χάλκος Ε. Γεώργιος** (2004), «Σημειώσεις Διαλέξεων Οικονομικών περιβάλλοντος», Τμήμα Οικονομικών Επιστημών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

6. **Χάλκος Ε. Γεώργιος** (2000), «Στατιστική: Θεωρία, εφαρμογές και χρήση στατιστικών προγραμμάτων σε Η/Υ», Εκδόσεις Τυπωθήτω
7. **Χρήστου Γεώργιος** (2002), «Εισαγωγή στην οικονομετρία», Εκδόσεις Gutenberg

Γ. Χρήσιμες διευθύνσεις στο διαδίκτυο

1. **Ευρωπαϊκό Θεματικό Κέντρο Ποιότητας Αέρα** (European Topic Centre on Air Quality) <http://www.etcaq.rivm.nl/>
2. **Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO)**
<http://www.wmo.ch/>
3. **Υπηρεσία Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών (EPA)**
<http://www.epa.gov/>
4. **Υπηρεσία Περιβάλλοντος του Καναδά (Environment Canada)**
http://www1.ncr.ec.gc.ca/~soer/default_e.htm
5. **Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε**
<http://www.minenv.gr/frame.html?2&0&2&/4/41/g4100.html>
6. **Η Εγκυκλοπαίδεια του Internet** <http://el.wikipedia.org>
7. **Ιστοσελίδα για την όξινη βροχή**
<http://www.acidrain.org/pages/publications/factsheets.asp>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000085615